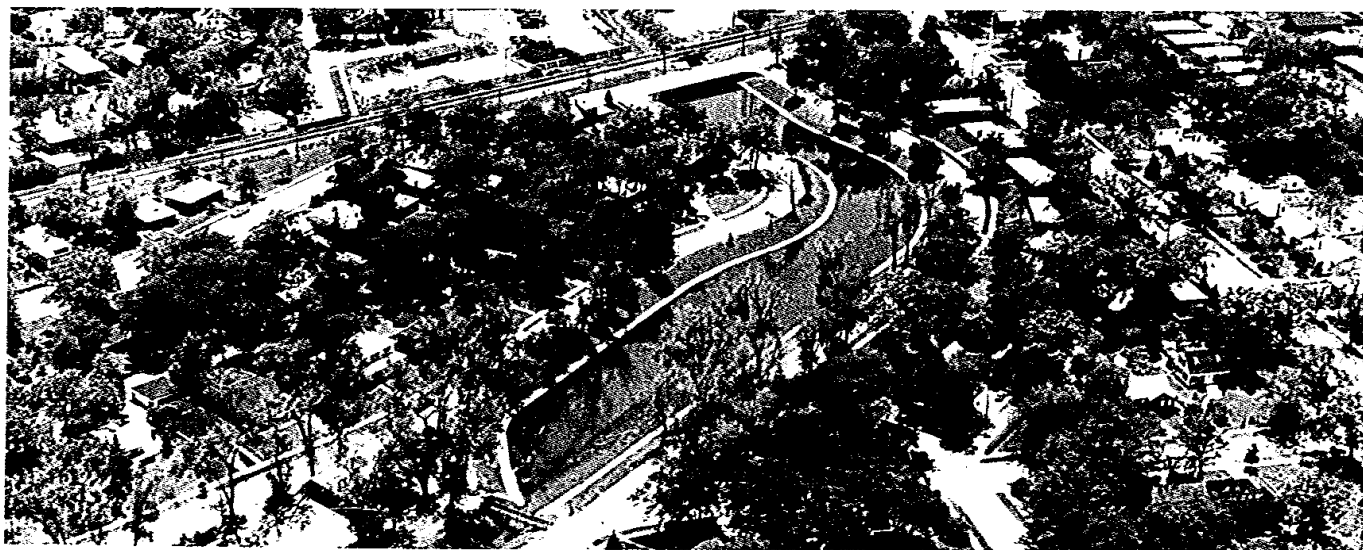
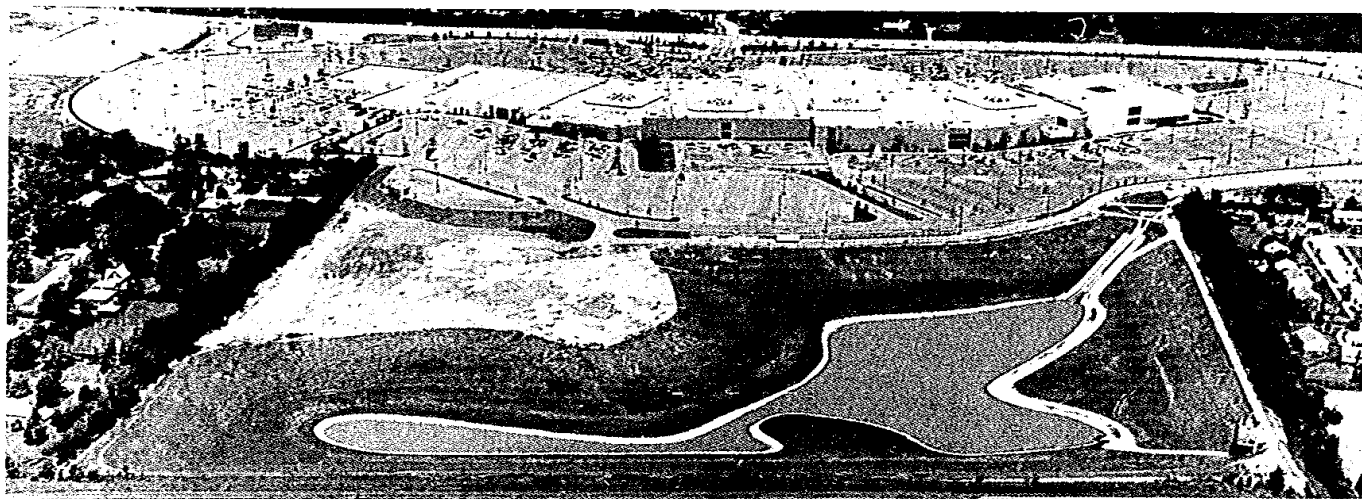




雨水貯留に関する調査 第3報

付：アメリカでの総合治水対策マニュアルおよび条例(訳)



土木研究所資料 第1382号

昭和53年 3 月 建設省土木研究所

雨水貯留に関する調査 第3報

1. 都市域河川での雨水貯留の
治水(流量減殺)効果の算定(修正版)
2. 雨水貯留の計画, 実施例および資料集
3. アメリカ・メリーランド州2郡地域での
総合治水対策マニュアル(訳)
4. アメリカでの総合治水対策関連条例(訳)

土木研究所資料 第1382号

昭和53年3月 河川部都市河川研究室

は　じ　め　に

都市域での「雨水貯留手法」の調査を始めてから、ほぼ3年が経過し、報告書も第3報を数えることになった。その間アメリカでの貯留施設も大きな発展を示し、またわが国でも、種々の創意工夫が生かされ、この2年ほどの間に、わが国の国情にあった、多彩多様な貯留施設が卑近に見られるようになった。もちろん行政面でも、まず52年度「多目的遊水地事業」、53年度「雨水貯留事業」がそれぞれ発足し、行政施策の多様化を促すことになったし、またこれに合せて「総合治水」の考え方が認められ「総合治水対策事業」も促進されることになった。

都市河川研究室では、「雨水貯留手法」を都市河川の最後の拠りどころと考え鋭意調査を進め、50年10月「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状（訳）」53年3月「わが国における都市域での雨水貯留の実状」の両報告書を刊行してきたが、本法の普及に伴ない、種々の実例がわが国でも散見されるようになったので、ここにその実施計画例を作成し、参考に供することにした。

編集方法としては、われわれが知見している貯留施設について、その責任者に御苦労ながら執筆を御依頼し、われわれがこれを編集することにし、あわせてわれわれの雨水貯留に関する検討結果も併載することにした。しかし、調査期間も短かったため、十分な例数、および設計の詳細については触れられなかったことが多く、その点については深くおわびする次第である。今後共、ひろく調査を実施してより多くの実例の紹介につとめていきたいと思っている。

そのため補足というわけではないが、その後アメリカ地方官庁との接触を続けて来た結果「総合治水」に関連する条例、技術マニュアル等が入手できたので、それから2、3を択らび訳出紹介することにした。とくにマニュアルの訳出については上述「総合治水対策事業」の発足とともに、第一に必要なものは「調査マニュアル」であり、次いで基準的なものが必要になると判断したからである。あわせて参考にいただければ幸である。

以上のほかに、先に刊行している「わが国における都市域での雨水貯留の実状」（土研資料1174号増補版 S. 52. 9）中の付録-7「都市域河川での雨水貯留の治水効果の算定」で少々重大なミスがあったので、その訂正版および1.2の追加計算（例えば現地貯

留と防災調節池を併用した場合)の結果を載せることにした。(1章参照)

本報作成に当って、大阪市、尾張一宮市、松戸市、住宅公団および三井建設コンサルタントの関係者から多大の援助をいただいた。ここに記して謝意を表したい。

また各章の分担は下記の通りである。

1章 山口、杉山

2章 山口、杉山

3章 山口、益倉、吉川(校閲、山口)

4章 益倉

昭和 53 年 3 月

都市河川研究室室長

山 口 高 志

表紙の写真は、札幌市河川課技師、末永尊教氏の
提供による。(シカゴ周辺の貯留施設の写真)

目 次

第1章 都市河川での雨水貯留の治水（流量減殺）効果の算定（修正版）	1
は じ め に	3
1.1. 検 討 概 要	3
1.2. 検 討 方 法	3
1.3. 検 討 結 果	6
お わ り に	8
第2章 現地貯留の計画、実施例および文献集	21
2.1. 新規開発における計画および実施例	23
2.1.1 仙台北部中核都市関連治水計画における計算例	23
2.1.2 棟間貯留（新栄町，新座，あやめ台団地）	40
2.1.3 砂川団地（仮称）における地下滲透井の設計例	44
2.1.4 福岡市博多区における現地貯留計画2例	46
2.2. 既成市街地における計画および実施例	50
2.2.1 尾張一の宮市大宮貯留槽	50
2.2.2 大阪市弁天幹線下水計画の概要	54
2.2.3 千葉県松戸市富士川における雨水貯留の計画例	57
2.2.4 アメリカの都市河川洪水処理2例（土技資13-8より）	66
2.3. そ の 他	70
2.3.1 2槽式防災調節池の検討	70
2.3.2 流域処理（建設月報第318号より）	73
2.3.3 埼玉県の水貯留槽実験計画（新聞スクラップ）	77
第3章 アメリカ，メリーランド州2郡地域での総合治水対策マニュアル（訳）	79
は じ め に	83
1. 目 的（Purpose）	83
2. 展 望（Scope）	84
3. 背 景（Background）	84
第1章 雨水管理技術	87
1.0 序	87
2.0 開発された地域からの増加した流量の制御のための手法	87
2.1 降雨流出輸送システムの効率の改善	87
2.1.1 排水路の追加	87
2.1.11 排水管（Enclosed Storm Drain）の建設	87
2.1.12 溝と開水路（Ditch and Open Channel）	89
2.1.2 現存施設の改善	91
2.1.21 水路の開削（川の堤防を含む）	91

2.1.22 堆積物の除去 (Debris Removal)	92
2.1.3 自然の地下水システムの利用	93
2.1.31 自然の浸透の最大化	93
2.1.32 浸透池 (Infiltration Beds) 乾井戸 (dry well) を含む	96
2.1.33 浸透性舗装	98
2.2 過剰流出量の貯留 (Storage of Excess Runoff)	99
2.2.1 地下貯留 (Underground Storage)	99
2.2.11 トンネルおよび地下貯留池 (Tunnels and Mined Storage)	99
2.2.12 流路内構造物 (In-Line Structure)	101
2.2.2 地表面貯留 (Surface Storage)	101
2.2.21 河道内貯水池 (On-Stream Reservoirs)	101
2.2.22 貯水池 (Ponding)	104
2.2.23 現地貯留池 (On-Site Detention/Retention Ponds)	104
2.2.24 屋根上貯留 (Rooftop Ponding)	106
2.2.25 広場及び駐車場 (Plaza and Parking Lot)	108
2.2.26 空地及びレクリエーション地域 (Open Space and Recreation Areas)	108
2.2.27 道路盛土による貯留 (Road Embankment Ponding)	109
2.2.28 個人所有地と所有地境界線上の低地 (Individual Lot and Property Line Swale)	110
2.3 エネルギーの減勢 (Energy Dissipation)	110
2.3.1 エネルギー減勢工 (Energy Dissipators)	112
2.4 水の再利用 (Water Reuse)	112
2.4.1 雨水の利用 (Storm Water Usage)	113
3.0 洪水のダメージ・ポテンシャルを小さくする方法 (Methods to Minimize Da- mage Potential of Floods)	114
3.1 危険地区における開発の最小化 (Minimization of Development in Critical Zones)	114
3.1.1 はんらん原の法制一般 (Flood Plain Legislation)	114
3.1.2 はんらん原の地区制 (Zoning)	115
3.1.3 保全のための地役権の買収 (Conservation Easement)	116
3.1.4 土地収用と移転 (Condemnation and Relocation)	116
3.1.5 はんらん原の土地取得 (Flood Plain Acquisition)	117
3.2 不可避な開発の影響の最小化 (Minimization of Effect of Unavoidable Development)	117
3.2.1 細分化規制 (Subdivision Regulations)	117
3.2.2 建築規則 (Building Codes)	118
3.2.3 整地 (Grading) と土砂の制御	119
3.3 氾濫原にすでに存在している開発の防御	121
3.3.1 洪水保険	121
3.3.2 洪水に対する耐水化 (Flood Proofing)	122
3.3.3 警報と緊急避難計画	124
3.3.4 税の調整 (評価の実施)	124

付録A	モンゴメリー郡およびプリンスジョージ郡の雨水貯留に関する条例	126
" B	雨水管理手法に関する財源	128
" C	雨水貯留必要量の算定法	130
" D	文 献	135
第4章	アメリカでの総合治水対策関連条例 (訳)	137
4.1	アメリカ各都市の条例のまとめ	139
4.2	ジョリエット市の雨水貯留条例 (訳)	143
4.3	ボールダー市の条例 (No 3505, 3927, 4056) (訳)	143

1 . 都市域河川での雨水貯留の治水 (流量減殺)効果の算定(修正版)

はじめに	3
1.1 検討概要	3
1.2 検討方法	3
1.3 検討結果	6
おわりに	8

1. 都市域河川での雨水貯留の治水（流量減殺）効果の算定（修正版）

はじめに

前報「わが国における都市域での雨水貯留の実状（増補版）」（土木研究所資料第1174号）の付録7（P121）において、同名の表題で雨水現地貯留の治水効果の算定を行い、報告したのであるが、下記の2点にミスがあり、そのままでは結果にいくぶん一般性を欠くところから、修正計算を行ったので、ここであらためて報告することにした。

- 1) 本川河床勾配は文中に1/500としてあるが、実際の計算では $i = 1/200 = 0.005$ で行っており、これは、都市内河川では急勾配すぎることに。
- 2) 降雨曲線は、東京都土木技術研究所作成の曲線を用いず、継続時間が30分付近でよく一致するタルボット型の式を使っており、長時間になると表-1-1のように小さかったこと（ただし、東京都の式も適用範囲は0～180分となっており、6時間付近での真値は不明である。）

1.1 検討概要

雨水貯留の効果を表現する方法には、①単純な流量減少効果、②河川改修との費用比較、さらに詳細に、③実流域で、河川改修および雨水貯留の可能性までも調査し、その範囲内で両者の最適な組合せを検討し、いわば総合治水の実施戦略を提案する手法、などが考えられる。実際には以上の全部を実施していく予定であるが、本項では、第一段階として、①について検討したことを報告する。

検討の具体的な内容は詳しく次項に示すが、現地貯留を適用し比較した種類は、前報同様、流域内

- 1) 屋根面積（24%）のみに適用した場合（Type I）

- 2) 屋根+道路面積（40%）に適用した場合（Type II）

- 3) 全面積に適用した場合（Type III）

のほかに新たに

- 4) 防災調節池を設置した場合（Type IV）
（単位排水区1km²下流端）

をも加え比較した。またほかに、現地貯留と防災調節池を併用した場合として

- 5) 3)と4)の複合（Type V）

- 6) 流域内に（縦断的に）部分的に現地貯留を配した場合

についても計算を行った。特に5)のケースは、例えば開発者が企業努力として独自で現地貯留を行った場合に防災調節池容量をどの程度小さくできるかがわかる。

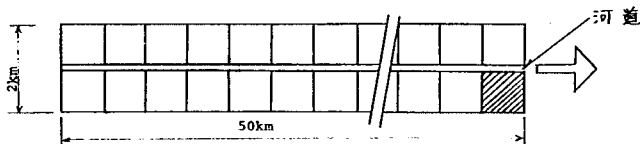
このほか大きな変更点として、流域面積を前報の40km²から100km²に（河道延長を20kmから50km）に変更し、下流に対する影響をよりわかりやすくした。

1.2 検討方法

図-1-1、表-1-1に示すように、流域面積100km²、流域幅2km、流路延長50kmの河川を想定し、1km²の単位排水区毎に、土地利用に応じた流出モデル、現地貯留については、降雨に直接適用させることとし、評価方法としては河川沿い50km間の流量縦断形をもって判断することにした。個々に説明を加える。

- 1) 対象降雨としては、30年確率（東京）の中央集中型をえらんだ。これは東京都内河川の改修状況が5年確率にも達していないことも考えあわせ、これ以上の雨を対象とするのは現実からはなれると判断したからである。

波形としては中央集中型とし、貯留にとっては一番つらいパターンとした。継続時間は、計算時間の問題もあって、一応6時間をとった。本来24時間程度が必要なので



単位排水区
1 x 1 = 1km²

図 - 1 - 1 流域モデル模式図

表 - 1 - 1

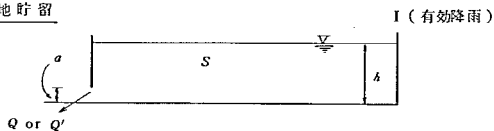
継続時間	10分	1時間	3時間	6時間
前報の降雨量	32mm	76	92	98
修正後の降雨量	33mm	91	148	196

表 - 1 - 2 流域モデルの概要

降雨

中央集中型，確率年30年，継続時間6hr 総降雨量196mm

現地貯留



$$Q' = Ca\sqrt{2gh}$$

Q', Q : 流出量 (m³/s, mm/hr)
 S : 貯留量 (mm)

$$\therefore S = KQ^2 \dots\dots\dots (1) \quad K = Ar \cdot A / (2592 \times 10^{10} C^2 a^2 g)$$

$$\frac{dS}{dt} = I - Q \dots\dots\dots (2) \quad Ar : \text{現地貯留地面積 (m}^2\text{)} \\ A : \text{現地貯留適用集水面積 (m}^2\text{)}$$

(1), (2)式により流出量を求める。

単位排水区流出量

(開発後) 修正RRL法 ($S = 0.9 Q^{0.7}$, 浸透能=10mm/hr, 不透透面積率=40%
このうち屋根60%, 道路40%)

河道洪水追跡

河道延長50km, 粗度係数(n)=0.025, 河床勾配(i)=1/500

q : 横流入量(単位排水区流出量), A : 流水断面積

u : 流速, 上流端河幅5m, 下流端川幅50mで途中直線変化の矩形断面

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \dots\dots\dots (3)$$

$$-i + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{u^2}{R^{4/3}} = 0 \dots\dots\dots (4)$$

(3), (4)より地点別流出量を求める ($dt = 10 \text{ sec}$, $dx = 500 \text{ m}$)

あるが、概略の効果を見るのには、これで十分と判断した。(図-1-4 参照)

- 2) 現地貯留の構造としては、鉛直の壁に仕切られたマスとし、その最下端に断面積 a の穴があいているものとした。

計算式は少し複雑な式となっているが、

$$Q = C a y \sqrt{2 g h} \quad \text{オリフィスの式} \cdots (1)$$

$$S A = h \cdot A r \times 10^3 \quad \text{貯留量の式} \cdots (2)$$

$$Q' = 3.6 \times 10^6 \cdot Q / A \quad \text{単位の換算式} \cdots (3)$$

の3式から h を消去して $S = K Q^2$ の K を求めたものである。

$$K = A r \cdot A / 25.92 \times 10^9 C^2 a^2 g \cdots (4)$$

(4)式あるいは本計算で K を先に与えて演算した場合、(4)式中の $A r / a^2$ は固定されるが、 $A r$ と a は一義的にきまらないので、貯留槽の構造は、この関係の範囲で任意ということになる。もう少し詳しく説明すると、任意の $A r$ (貯留槽底面積) をきめれば一義的に a が決ることであり、また各中にばらまく場合でも $A r / a^2$ の値さえ固定すれば $A r$ の大きさは理論上任意にとれることである。

- 3) 単位排水区流出量については、本研究室で開発した修正 R R L 法を適用することにし、不浸透面積率 (1 mp) は、一般的な値として40%を採用した。このうち屋根は24

%, 道路16%程度と考えられる。前報では参考までに開発前も計算したが、ほとんど特性に変化はないことから、今回は省略した。

- 4) 現地貯留量を初めから与えるのは、試算の繰返しが必要となるので、降雨波形が一種であることも考慮し、上述のように K の数種類の値について演算し使用した h (あるいは S) の最大値をもってこれにあてた。
- 5) 現地貯留の適用面積としては、実現性も考慮し、適用が容易なことから、①屋根のみ (あるいは不浸透面積の60%) すなわち、流域の24%と②不浸透面積全部すなわち40%、③全面積 (100%) の3種類とした (図-1-5、参照)。それ故有効降雨は①の場合、不浸透域から流出する分、不浸透域から現地貯留を経て流出する分、浸透域で浸透損失を受けて流出する分の3種類となり、これが面積の加重を受けて有効降雨となる。
- 6) このほか防災調節池を適用した場合とも比較するために単に排水区 (1 km²) 下流端に防災調節池のみを設置した場合 (Type N) および現地貯留と併用した場合 (Type V) についても計算を行った。

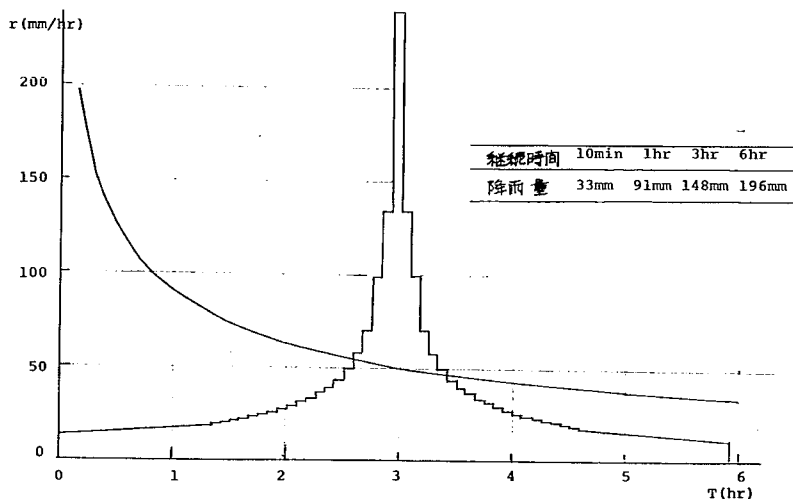


図-1-4 降雨強度～断続時間 (30年確率降雨) と中央集中型降雨波形

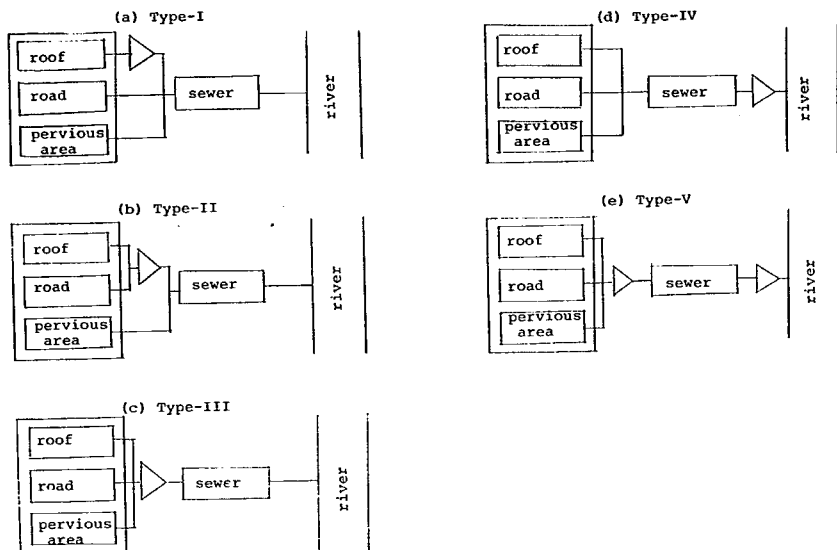


図-1-5 貯留Type模式図

1.3 検討結果

本題からはずれるが、まず未開発、開発および部分開発の比較図を図-1-6に示す。全域未開発状態から、上流端10kmの影響がいかに大きいにおどろかされる。下流端のみでの開発は逆にピーク流量を下げることは、通常指摘されている通りである。(前報より引用)。

まず、単位排水区(1km)下流端での流出ハイドログラフの比較図を図-1-7に示す。当然のことながら、貯留槽のフィルターを受ける面積率の小さいType I(屋根のみ)が、非常にシャープで時間おくれが少ない。あとI, II, III, Nの順に扁平化が進み、防災調節池は、見かけ上は一番よい。なお、Type Iの場合、現地貯留の屋根面積あたり貯留高は、 $38\text{mm}/0.24 = 160\text{mm}$ であり、総雨量196mmの大半をためこんだものであり、流域換算貯留高がもう少し小さい場合は、I, II, III, Nの差は、もう少しちぢまる。

次にIからNまでについて、各貯留高毎のピーク流量縦断を図-8~11(表1-5)に示す。

なお、この図には、現地貯留等がない場合に超過確率年を変えた際のピーク流量縦断が併記してある。

まず、Type Iの場合は、屋根だけの効果なので、おのずと限界があり、10年確率程度までの減殺が精一杯である。しかし、個々の単位排水区からの寄与がシャープであるため、下流への寄与は、漸減していくようである。Type IIの場合は、流域換算50mmで、ほぼ5年確率程度まで落ちている。Type IIIおよびNになると、波形が扁平化しているため、下流への寄与が相対的に大きく上流部と下流部の減殺率を異にする。とくに、防災調節池の場合、ピーク流量は、流下距離とはほぼリニアな関係を示している。以上の関係図から、図1-7と同様、単純に流量のみからいえば、ほぼ同じ貯留量のことを抽出比較したのが図1-12である。Type IはType IIより常に減殺率が低く、防災調節池の減殺率が一番大きいのは、B点上流から18kmの地点までである。

以上の結果を地点毎(10, 30, 50km)にまとめたのが図1-13~1-15である。貯留量毎の減殺量が読みとれる。

次に、現地貯留と防災調節池の併用の場合と同様、地点毎（10, 30, 50km）にまとめた（図1-16～1-18）。例えば、図1-17中で30km地点で40mm/hrのピークにおさえる。防災調節池は、52mmであり、これを現地貯留40mm（Type III）と組み合わせると、防災調節池は、31mmで良いことになる。これはあとで扁平化するものを事前に扁平化しても効果が少ないことを示しているが、この場合、現地貯留40mmは、調節池20mm分に相当している。

20mm/hr, 30km地点におとす場合も同様、下表のようになる。

表-1-3

	防災調節池	現地貯留 (Type III)	計
1	90 mm	0 mm	90mm
2	82 mm	40 mm	124mm
3	17 mm	82 mm	99mm

この結果によれば、効率の観点からだけ見れば、大きく2段に適用するのは、有効でないことがわかる。開発者の立場でいえば、最適解を異にしよう。

このほか、表-1-4中に示すように種々の計算を行った。例えば、図1-19は、全流域36

mmの現地貯留（Type III）をするかわりに、図の最下部に実線で示す地域のみ（50k α ）に70mmの貯留（部分貯留）を適用した場合のピーク流量縦断面、図-1-20は、70mm貯留を上流から順次適用していった場合のそれ、図-1-21は、上流部3つの10k α の地点にそれぞれ36mmおよび126mmの貯留を行った場合に下流に対する影響を見たものである。

また、図-1-22は、30年対応の70mmの現地貯留（Type III）を配置した状態で、種々の確率年の降雨を適用した場合のピーク減殺ピーク流量縦断面を示している。当然のことながら、ピーク減殺の程度は、落ちていく。

それぞれの図から、その意味するところを酌みとってはいいが、たとえば図-1-19からは、全域に36mm配したもののより、1kmおきに70mm配したものが、格段に水位をおとすこと、図-1-20では、この50kmの範囲に限定すれば、上流25km区間に70mm貯留したものが、全域36mmに配したもののより、はるかに有効なこと、それは、上流30k α に流域換算21mmを配したものでも十分有効なことなどを示している。

図-1-21では、局所的に流量を減少せたいところがあれば、集中的な貯留を行うことに

表-1-4 計算ケース一覧表

Case No	貯留TYPE	貯留区間	貯留量(mm)	()内は流域換算	備考
1	I	0 km ~ 50 km		160 127 96 81 49 39 (38) (31)(23)(19)(12)(9)	
2	II	0 ~ 50		160 126 96 81 49 39 (64)(50) (38) (32)(20) (16)	
3	III	0 ~ 50	126, 104	82 70 45 36	
4	N	0 ~ 50	125, 102	79 67 40 29	
5	V-1	0 ~ 50	125, 98	68 53 24 15	現地貯留III=40mm
6	V-2	0 ~ 50	84	53 30 20 6.5 3.6	" =82mm
7	III (10k α)	0 ~ 5	126,	70	
8	III (")	10 ~ 15	126,	70	
9	III (")	20 ~ 25	126,	70	
10	III (50k α)	0 ~ 10, 15 ~ 25, 30 ~ 35		70	数値表なし
11	III (")	0 ~ 10, 20 ~ 30, 40 ~ 45		70	"
12	III (")	0 ~ 1, 3 ~ 4, 45 ~ 46, 48 ~ 49		70	"
13	III (20k α)	0 ~ 10		70	"
14	III (30k α)	0 ~ 15		70	"

※ TYPE Vについては、貯留量は防災調節池貯留量

※貯留TYPE I：屋根(24%)
II：屋根・道路(40%)
III：全 域 (100%)
N：防災調節池型(100%)
V：III + N

よって達せられること、20km～30kmの36mm貯留のように、その量が少なすぎるとかえって、局的に流量増を招くことがわかる。

以上の議論は、中央集中型降雨に限定しての話であるが、個々の都市河川に依じての雨水貯留配置戦略があることを示唆しているようである。

おわりに

雨水貯留関連の調査を3年来行って来て、今後の問題点を考えてみると、水理的な問題についてはほとんどむずかしい問題はなく、行政、法律、経済、実施、構造および管理上の問題が多く残されているようである。その中で強い水理的な問題を指摘すれば、

1. 設計対象降雨を超過する降雨が来た場合の措置

ただし、この問題も現地貯留の場合は局所氾濫となって、防災調節池よりも危険が分散されて好ましい。

2. 地下水涵養機能を構造的に取り入れたいが、めづまりによる機能低下の程度などではないだろうか。もちろん、本論で論じたことから示唆される配置戦略の問題もあるが、

これは個々の河川の問題であり、本論に必要な個性は相応に指摘できたと思っている。

その他の側面で今後検討すべき点を思いつままに羅列しておく、

1. 行政上は、まず新規開発地域では開発規模によって規制の対象にならない開発が無視できないこと、既開発地域では、貯留ポテンシャル（貯うところ、そして量は？）の調査、貯留促進戦略（官公庁敷地、学校・公園等の貯留）、基準の改訂（実状に既した方向への改訂）例えば、企業努力、緑地の評価、構造的安全性の向上、維持管理面の充実などが容易に挙げられる。
2. 法律の問題は、筆者の任に耐えられるものではないが、河川法、都市計画法等の実状にそった改訂などが当然考えられる。
3. 構造ひいては維持管理との問題については、不安の残るところであり、今後もっと力の入れられるべき分野といえよう。

以上、舌足らずな点が多いが、今後解決されていかねばならない問題であろう。幸い本手法の重要性も認められ、各種の調査委員会が発足し、また各地で施工の手法の適用が進められ、順次解決されていくものと楽観している。

表1-5 貯留容量別、貯留タイプ別、ピーク流量およびピーク量減殺率

No.1 屋根(タイプ1)

貯留量 (mm)		ピーク流量 (mm/sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
		10km	20km	30km	40km	50km	10km	20km	30km	40km	50km	10km	20km	30km	40km	50km
流域 換算	30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	776	668	584	517					
	10年	412	686	874	1,004	1,098	742	618	524	452	395					
	5年	302	492	615	695	750	544	443	369	313	270					
38.4	160	379	631	804	924	1,011	682	568	482	416	364	25.9	26.8	27.8	28.8	29.6
304.8	127	389	651	836	969	1,069	700	586	502	436	385	23.9	24.5	24.9	25.3	25.5
230.4	96	404	682	884	1,035	1,152	727	614	530	466	415	21.0	20.9	20.7	20.2	19.7
194.4	81	414	703	915	1,075	1,200	744	632	549	484	432	19.1	18.6	17.8	17.1	16.4
117.6	49	443	760	996	1,177	1,321	798	684	598	530	475	13.3	11.9	10.5	9.2	8.1
93.6	39	458	787	1,033	1,221	1,369	825	708	620	549	493	10.3	8.8	7.2	6	4.6

No.2 屋根 + 道路 (タイプII)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	776	668	584	517					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	618	524	452	395					
5年	302	492	615	695	750	544	443	369	313	270					
流域 概算															
64	160	292	478	601	683	742	525	431	361	307	429	445	460	474	484
50.4	126	309	514	658	761	842	556	463	395	343	396	403	409	413	414
38.4	96	334	566	739	872	979	600	510	443	393	348	343	337	327	319
32.4	81	350	601	791	939	1,059	631	541	475	423	314	303	289	276	263
19.6	49	400	697	925	1,106	1,254	721	627	555	498	451	216	192	147	128
15.6	39	426	742	985	1,177	1,333	766	667	591	530	480	167	140	115	72

No.3 全面積 (タイプIII)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	776	668	584	517					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	618	524	452	395					
5年	302	492	615	695	750	544	443	369	313	270					
126	44	86	125	155	179	7.9	7.8	7.5	7.0	6.4	91.4	89.9	88.8	88.0	87.6
104	87	168	243	312	372	15.6	15.2	14.6	14.0	13.4	83.0	80.4	78.1	76.0	74.1
82	146	279	398	507	608	26.3	25.1	23.9	22.8	21.9	71.4	67.7	64.2	62.2	57.6
70	185	349	497	631	754	33.3	31.5	29.8	28.4	27.1	63.8	59.4	55.4	51.4	47.6
45	296	549	769	963	1,134	53.2	49.4	46.2	43.3	40.8	42.2	36.3	30.8	25.9	21.1
36	350	643	891	1,102	1,281	63.0	57.8	53.4	49.6	46.1	31.5	25.5	20.1	15.1	10.6

No.4 防災調節池 (タイプN)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	776	668	584	517					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	618	524	452	395					
5年	302	492	615	695	750	544	443	369	313	270					
125	437	865	1,264	1,594	1,850	7.9	7.8	7.6	7.2	6.7	91.4	89.9	86.6	87.7	87.0
102	877	1,711	2,477	3,175	3,799	15.8	15.4	14.9	14.3	13.7	82.8	80.2	77.7	75.7	73.5
79	1,508	2,870	4,087	5,190	6,205	27.1	25.8	24.5	23.4	22.3	70.5	66.8	63.3	59.9	56.9
67	192	362	512	647	771	34.6	32.6	30.7	29.1	27.8	62.4	58.0	54.0	50.2	46.2
40	312	572	795	989	1,160	56.1	51.5	47.7	44.5	41.8	39.0	33.6	28.6	23.8	19.1
29	367	667	916	1,127	1,305	66.1	60.0	55.0	50.7	47.0	28.2	22.7	17.7	13.2	9.1

No.5 現地貯留 + 防災調節池 (TYPE N) 現地貯留40mm

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	776	668	584	517					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	618	524	452	395					
5年	302	492	615	695	750	544	443	369	313	270					
125	43	84	122	154	179	7.8	7.6	7.4	6.9	6.4	91.5	90.2	88.9	88.2	87.6
98	86	170	250	321	381	15.6	15.3	15.0	14.4	13.7	83.0	80.3	77.5	75.3	73.5
68	143	281	411	532	641	25.8	25.3	24.7	23.9	23.1	72.0	67.4	63.0	59.1	55.3
53	178	347	506	652	786	32.0	31.2	30.3	29.3	28.3	65.2	59.8	54.6	49.8	45.3
24	258	496	713	911	1,090	46.4	44.6	42.8	41.0	39.3	50.0	42.5	35.9	29.8	24.0
15	286	545	778	987	1,173	51.5	49.0	46.7	44.4	42.2	44.0	36.9	30.1	24.0	18.4

№ 6. 現地貯留+防災調節池 (TYPE V) 現地貯留82cm

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	77.6	66.8	58.4	51.7					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	61.8	52.4	45.2	39.5					
5年	302	492	615	695	750	544	44.3	36.9	31.3	27.0					
84	36	70	104	137	166	64	6.3	6.3	6.1	6.0	93.0	91.9	90.6	89.6	88.4
53	64	126	189	249	309	115	11.4	11.3	11.2	11.1	87.5	85.3	83.1	80.8	78.5
30	95	188	277	361	442	171	16.9	16.6	16.3	15.9	81.4	78.2	75.1	72.1	69.1
20	110	217	319	417	507	198	19.5	19.2	18.8	18.3	78.5	74.9	71.3	67.8	64.6
6.5	137	264	383	494	597	246	23.8	23.0	22.2	21.5	73.3	69.3	65.6	62.0	58.4
3.6	143	274	394	504	606	257	24.6	23.6	22.7	21.8	72.1	68.3	64.7	61.1	57.8

№ 7. タイプⅢ (0~5km区間貯留)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)									
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	77.6	66.8	58.4	51.7					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	61.8	52.4	45.2	39.5					
5年	302	492	615	695	750	544	44.3	36.9	31.3	27.0					
126	293	715	1,002	1,206	1,355	527	64.4	60.1	54.3	48.8	42.7	17.0	10.0	7.0	5.6
104	305	727	1,014	1,216	1,364	549	65.4	60.8	54.7	49.1	40.3	15.7	9.0	6.3	5.0
82	323	744	1,030	1,231	1,378	582	67.0	61.8	55.4	49.6	36.7	13.7	7.5	5.1	4.1
70	336	755	1,040	1,240	1,387	604	68.0	62.4	55.8	49.9	34.3	12.4	6.6	4.5	3.5
45	374	784	1,065	1,262	1,406	673	70.6	63.9	56.8	50.6	26.8	9.0	4.3	2.7	2.1
36	395	797	1,074	1,270	1,413	711	71.7	64.5	57.2	50.9	22.1	7.6	3.4	2.1	1.5

№ 8. タイプⅢ (10~15km区間貯留)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	77.6	66.8	58.4	51.7					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	61.8	52.4	45.2	39.5					
5年	302	492	615	695	750	544	44.3	36.9	31.3	27.0					
126	512	621	861	1,095	1,258	922	55.9	51.7	49.3	45.3	-0.2	28.0	22.6	15.6	12.4
82	511	672	901	1,134	1,297	920	60.5	54.1	51.0	46.7	0	22.0	19.0	12.7	9.7
70	510	694	918	1,148	1,311	920	62.5	55.1	51.7	47.2	0	19.5	17.5	11.5	8.7
45	509	761	975	1,187	1,346	916	68.5	58.5	53.4	48.5	0.4	11.7	12.4	8.6	6.2
36	508	792	1,006	1,205	1,362	914	71.3	60.4	54.3	49.0	0.7	8.1	9.6	7.0	5.2
104	512	641	877	1,111	1,274	921	57.7	52.6	50.0	45.9	-0.1	25.6	21.0	14.4	11.2

№ 9. タイプⅢ (20~25km区間貯留)

貯留量 (mm)	ピーク流量 (m ³ /sec)					ピーク流量 (mm/hr)					ピーク流量減殺率 (%)				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
30年	511	863	1,114	1,298	1,435	920	77.6	66.8	58.4	51.7					
10年	412	686	874	1,004	1,098	742	61.8	52.4	45.2	39.5					
5年	302	492	615	695	750	544	44.3	36.9	31.3	27.0					
126	511	860	942	1,081	1,191	920	77.4	56.5	48.7	42.9	0	0.3	15.4	16.6	17.0
104	511	860	963	1,102	1,213	920	77.4	57.8	49.6	43.7	0	0.3	13.5	15.1	15.5
82	511	859	997	1,136	1,246	920	77.3	59.8	51.1	44.9	0	0.4	10.5	12.5	13.2
70	511	859	1,019	1,159	1,269	920	77.3	61.2	52.2	45.7	0	0.4	8.4	10.6	11.6
45	511	859	1,079	1,221	1,334	920	77.3	64.7	55.0	48.0	0	0.4	3.1	5.8	7.2
36	511	859	1,011	1,251	1,365	920	77.3	66.3	56.3	49.1	0	0.4	0.7	3.6	5.0

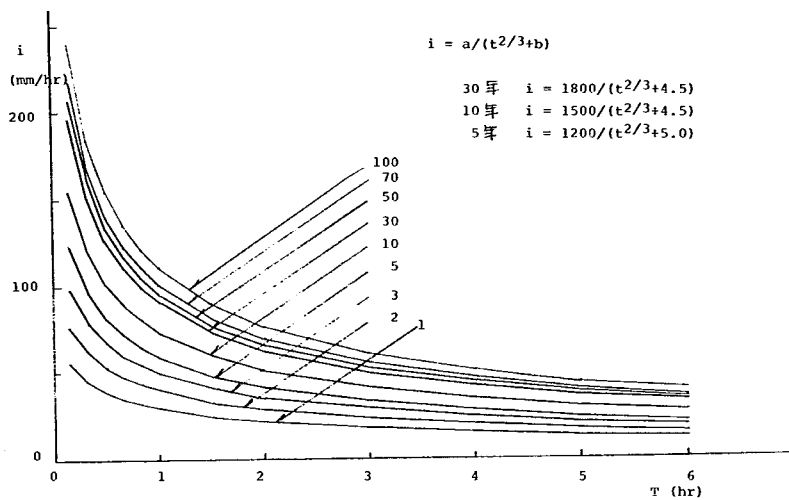


图-1-2

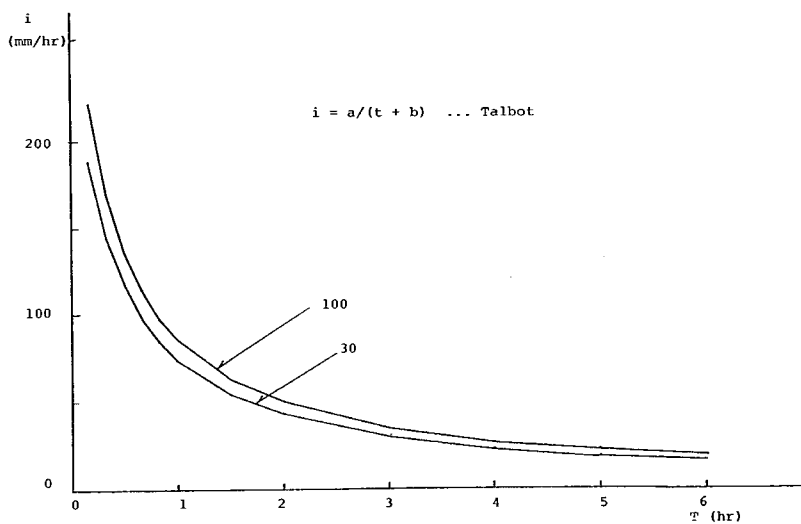


图-1-3

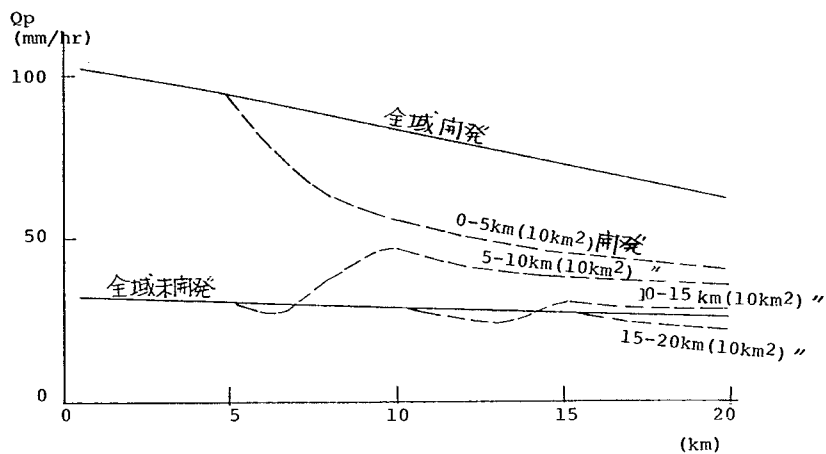


図-1-6 開発による流量増

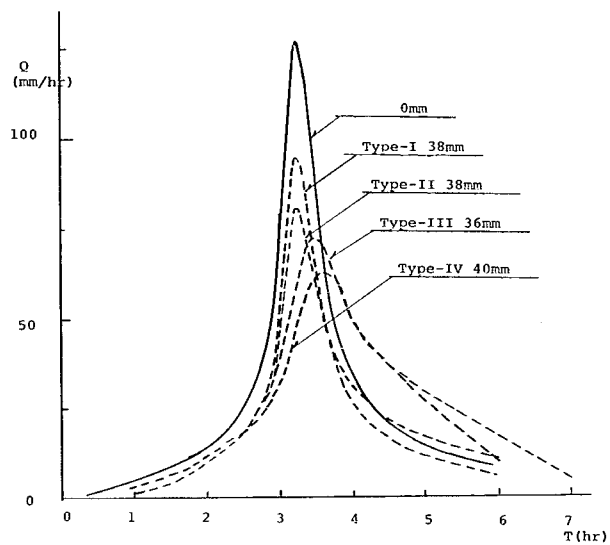


図-1-7-(1) 単位排水区下流端流出量

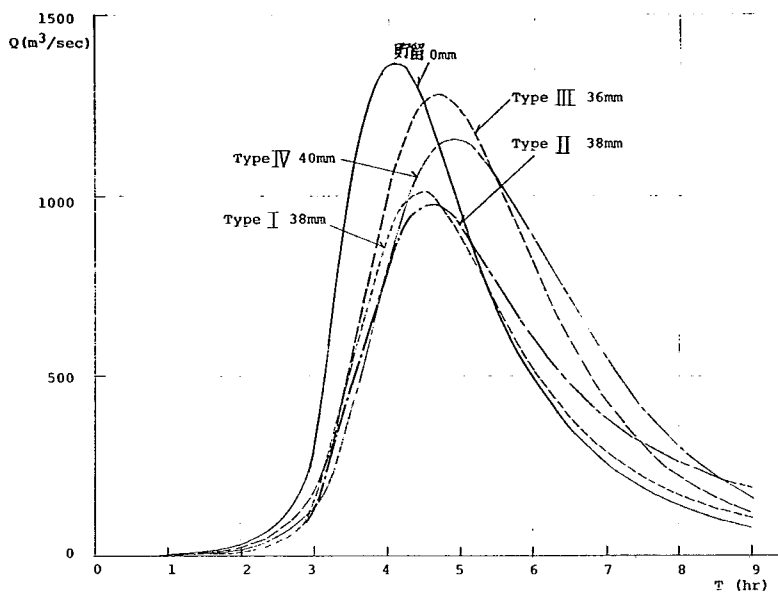


图-1-7-(2) 流域下流端流出量

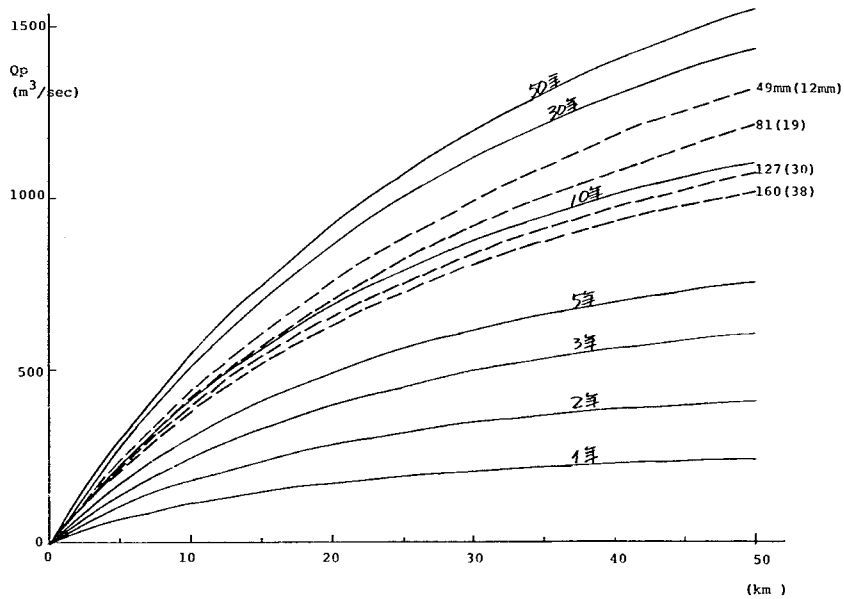


图-1-8 Type-I (2.4%)

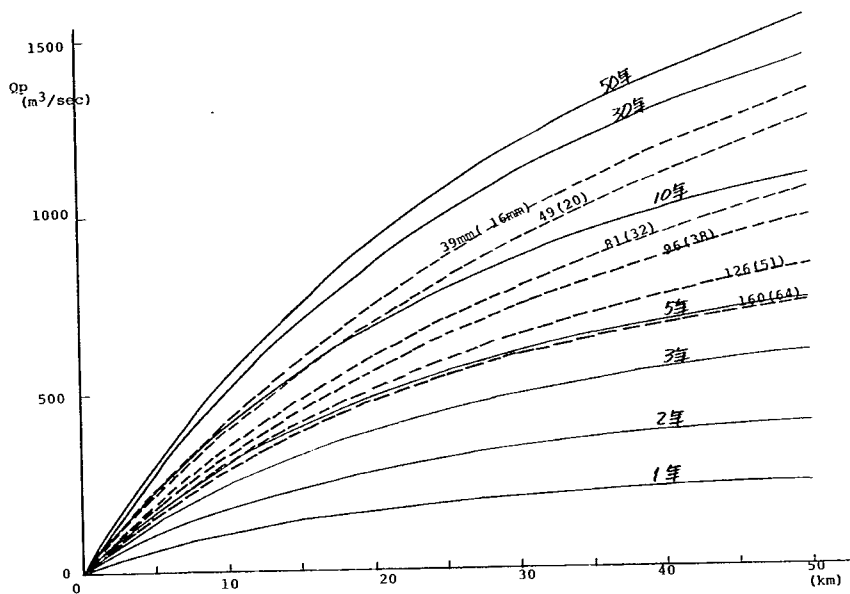


图-1-9 Type-II (40%)

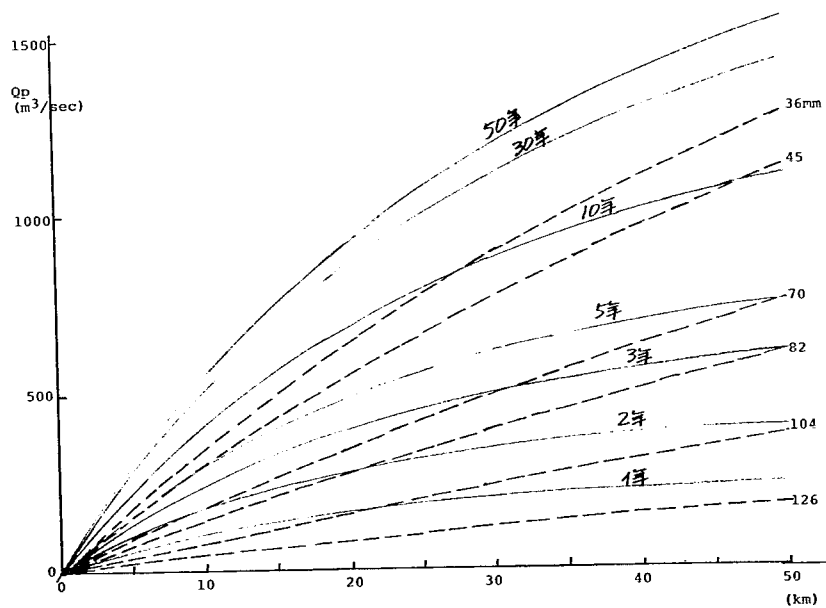


图-1-10 Type-III (100%)

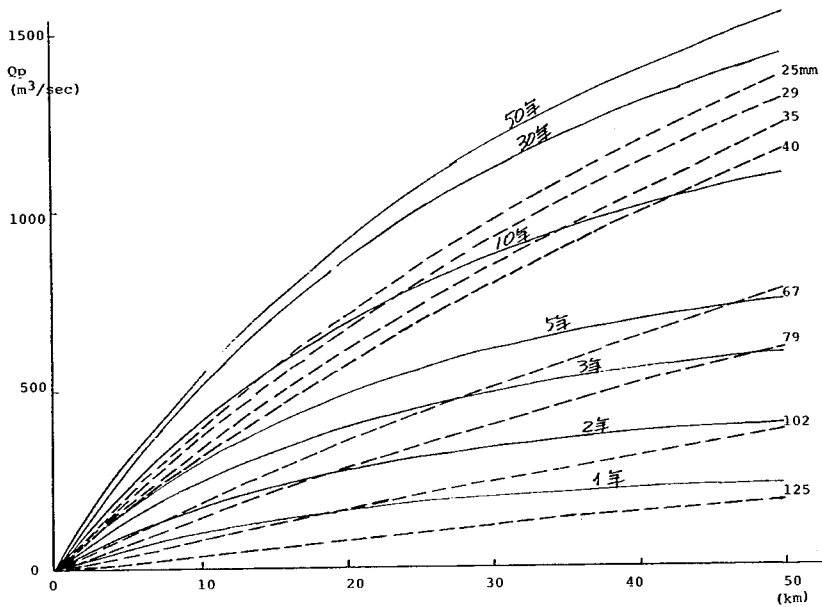


図-1-11 Type-N

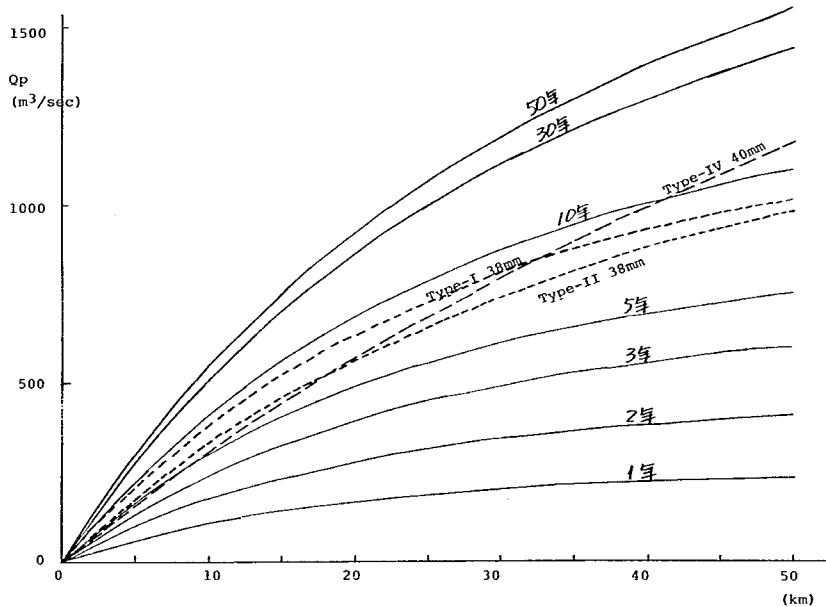


図-1-12 貯留Typeの比較

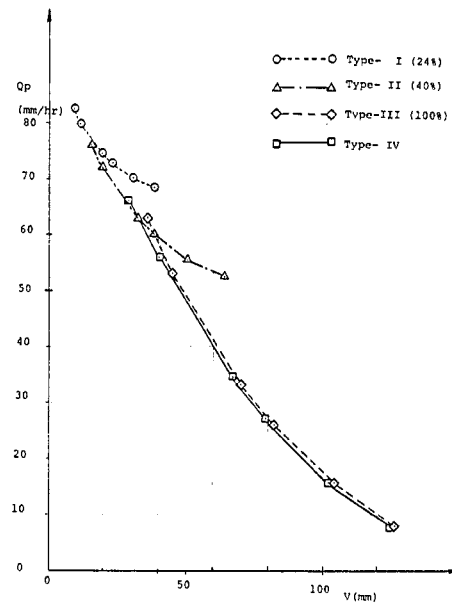


图 1-13 QP~V (10 km)

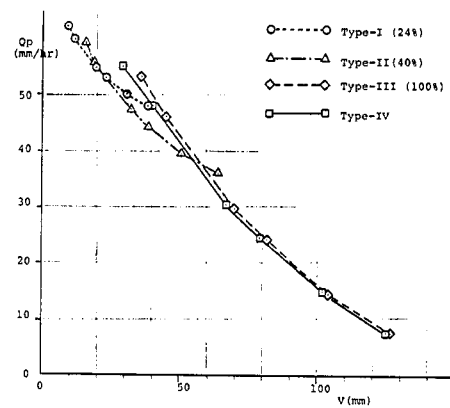


图 1-14 QP~V (30 km)

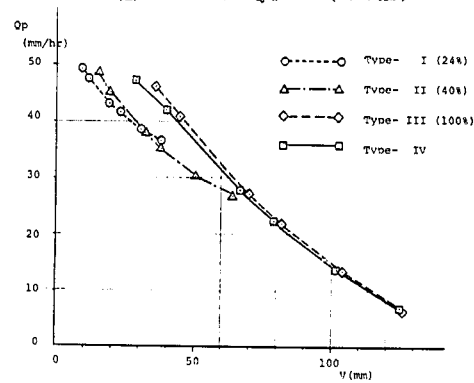


图 1-15 QP~V (50 km)

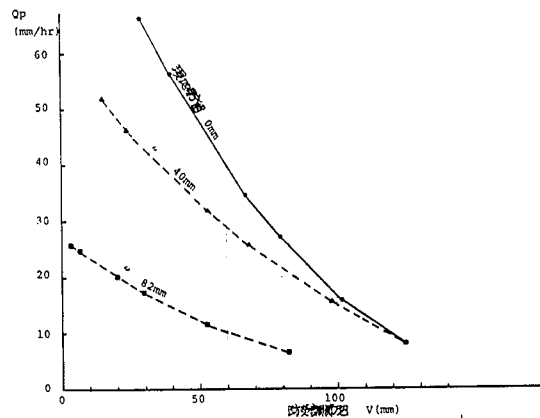


图-1-16 Type-V, $Q_p \sim V$ (10 km)

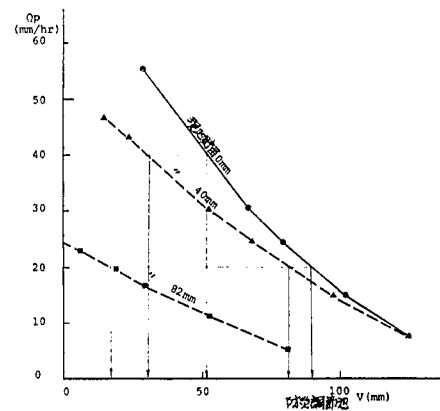


图-1-17 Type-V, $Q_p \sim V$ (30 km)

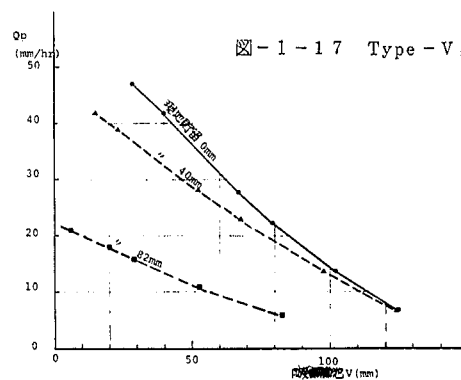


图-1-18 Type-V, $Q_p \sim V$ (50 km)

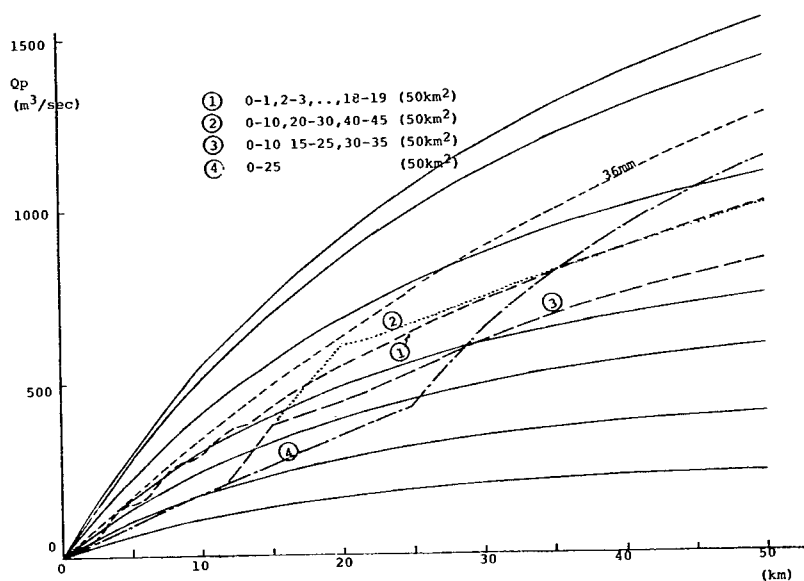


图-1-19 Type-III 70mm, 50km²部分贮留

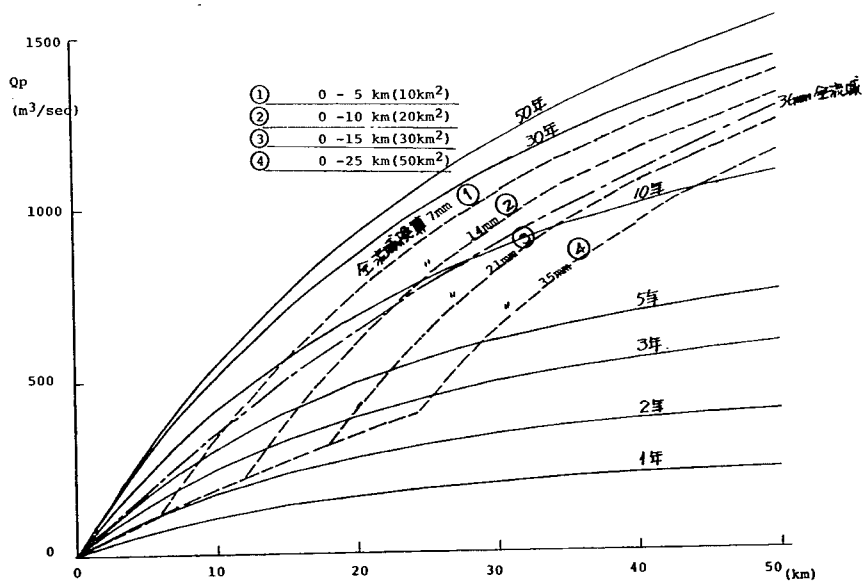


图-1-20 Type-III 70mm 部分贮留

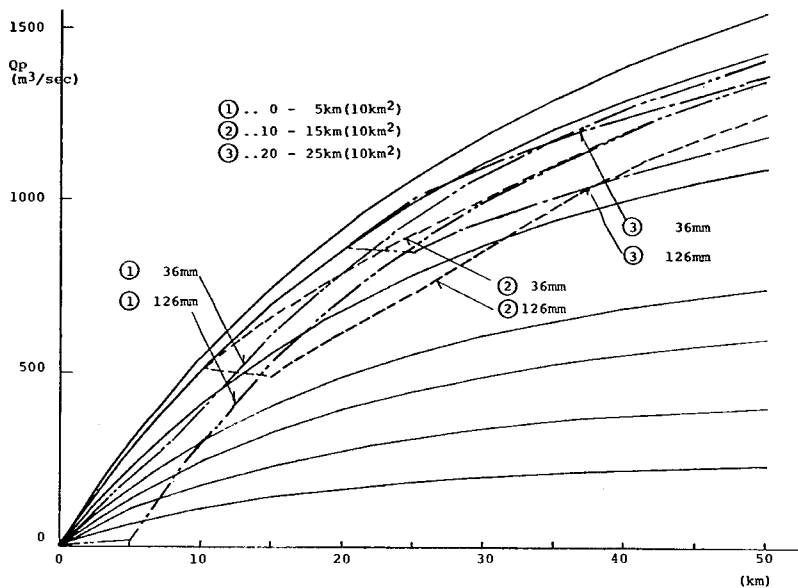


图-1-2-1 Type-III, 10km² 部分貯留

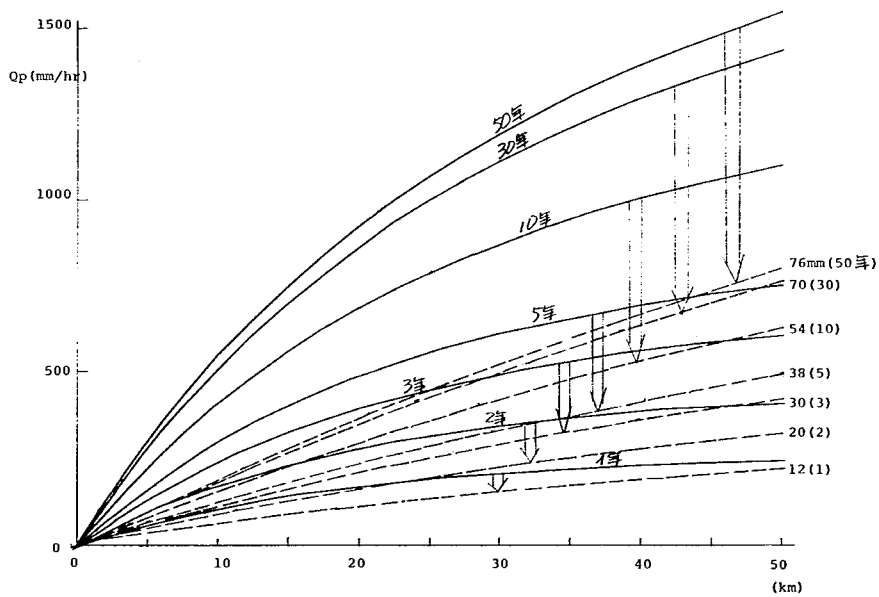


图-1-2-2 Type-III, 70 mm

2. 現地貯留の計画、実施例および文献集

2.1 新規開発における計画および実施例	23
2.1.1 仙台北部中核都市関連治水計画における計算例	23
2.1.2 棟間貯留（新栄町，新座，あやめ台団地）	40
2.1.3 砂川団地（仮称）における地下浸透井の設計例	44
2.1.4 福岡市博多区における現地貯留計画2例	46
2.2 既成市街地における計画および実施例	50
2.2.1 尾張一の宮市大宮貯留槽	50
2.2.2 大阪市弁天幹線下水計画の概要	54
2.2.3 千葉県松戸市富士川における雨水貯留の計画例	57
2.2.4 アメリカの都市河川洪水処理2例（土技資13-8より）	66
2.3 そ の 他	70
2.3.1 2槽式防災調節池の検討	70
2.3.2 流域処理（建設月報第318号より）	73
2.3.3 埼玉県の雨水貯留槽実験計画（新聞スクラップ）	77

2. 現地貯留の計画, 実施例, および文献集

は じ め に

巻頭に触れたように、個々の施設の説明は、担当者に御執筆いただいたり、あるいは、既発表論文等の手入れあるいは補足という形で処理いただいた関係上、できる限り当方では、手を加えずそのまま掲載することにした。そのようなこともあって、事例等の撰択理由などについては触れられないので、ここで少しスペースをいただき個性、内容等について簡単に触れておきたい。

まず構成としては、実際の実施の際の難易度を考慮して

1) 新規開発の場合

2) 既成市街地の場合

の2つに分け、これに分離しにくいもの、例えば、理論的な計算のみのようなものをその他に分けた。

個々を簡単に触れれば、2.1.1の「仙台北部」は住宅および工場団地に可能な限り雨水貯留を行った場合の流量減殺効果を、2.1.2は、棟間貯留の実例について前報からとった。

2.1.3では、住宅公団砂川団地（現立川幸町若葉町団地）での雨水浸透井の設計図を示した。雨水を簡単なフィルターを通して立川礫層に注入するもので、多少問題を残すが、発想の良さを買いたい。なおこの類似的な手法は小平市でも実施中のようである。

2.2.1の一宮市の例は開発による流出増を地下貯水槽で受けることにより、旧下水道計画の改造を実施しないですませたケースであり、アメリカでの実例と相似する。現地貯留の典型的なものといえよう。

2.2.2は、大阪市下水道局によるインシステム貯留の例であり、規模は小さいがシカゴのデュープタネルの構想（2.2.2で紹介）の日本版といえよう。寝屋川の疎通能力が小さいことを考慮し、下水道管内への一時貯留による氾濫防

止および雨天時合流式下水道対策をも意図したものであり、今後大いに採用されるべき手法である。

2.2.3の松戸市の例は、同様、下流に氾濫区域を有する富士川流域で、上流での雨水貯留場所を調査検討し上流数ヶ所の公園に雨水を一時貯留する計画を検討したもので、53年度から工事が実施される。なお本事業は53年度から建設省河川局の新規事業である「雨水貯留事業」としても実施されることに内定しているようである。

2.3.1の2槽式防災調節池は、防災調節池の所要面積が開発者にとって相当な負担になることから、調節池構造を水理的に改造して、必要貯留量の削減をはかったものである。たしかに基準には合致しているが、実質貯留量は減少するので、その影響の大小は十分検討する必要がある。

2.3.2は同じ考えを各戸貯留槽に適用した場合の結果が示してある。

2.3.3では埼玉県の雨水貯留槽の実験に関する新聞記事である。屋根への雨水を樋から下水道につながず庭先の盲暗渠中に注水し、一時貯留および地下浸透をはかるもので、まさに現地貯留の最終形といえるものである。実験の成功、ひいてはその実現を祈らずにはられない。

2.1 新規開発における計画および実施例

2.1.1 仙台北部中核都市関連治水計画における計算例

これは、建設省東北地建北上川下流工事事務所が発注により、三井共同建設コンサルタントが行った「地方都市整備計画（仙台）関連治水計画検討」昭和51年3月をまとめたものである。

1. 流域及び開発の概要

仙台北部中核都市は、地方中核都市整備計画の一つとして取りあげられたもので、仙台市の北20kmに位置し、開発面積は2,200haである。

る。

この開発が行われる地域は、鳴瀬川支川の吉田川の流域に位置している。(図-1)

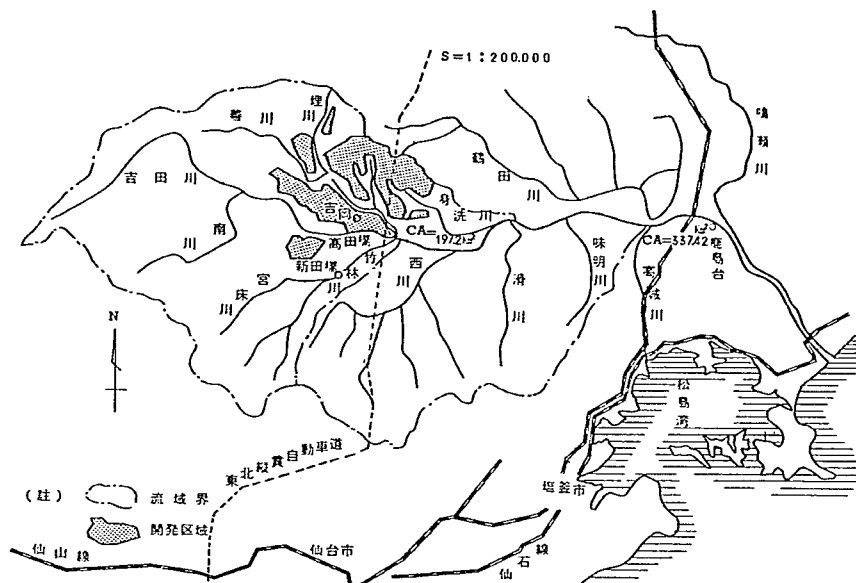


図-1 吉田川流域の概要図

吉田川は、流域面積337.42km²であり、60%が山地である。河床勾配は、吉田川本川、善川、竹林川の合流地点である、落合地点より

上流はかなり急勾配で、これより下流は、1/4000~1/6000の緩勾配となり平野部が広がり、吉岡の市街地を除いてはすべて水田

表-1 既調査結果による防災調節池諸元

調節池	諸元	流域面積 (km ²)	流入量 (m ³ /s)	放流量 (m ³ /s)	湛水面積 (×10 ³ ×m ²)	調節容量 (×10 ³ ×m ³)
身洗川(2)+鶴田		1.564	70.4	5.0	96	307
身洗川(4)		1.000	45.4	4.0	50	165
楳田川(1+2)		1.783	94.4	6.4	102	323
善川支(1)		0.726	33.0	2.9	43	119
吉田川支(2)		1.777	80.9	7.4	69	286
吉田川支(3)		0.715	32.6	2.9	53	119
奥田川(3)		5.325	164.9	21.2	384	920
善川(遊水池)堀込		1.548	-	ポンプ 3.0	80	240
吉田川(遊水池)堀込		6.436	-	ポンプ 3.0	330	990
計		20.874	-	-	1,207	3,469

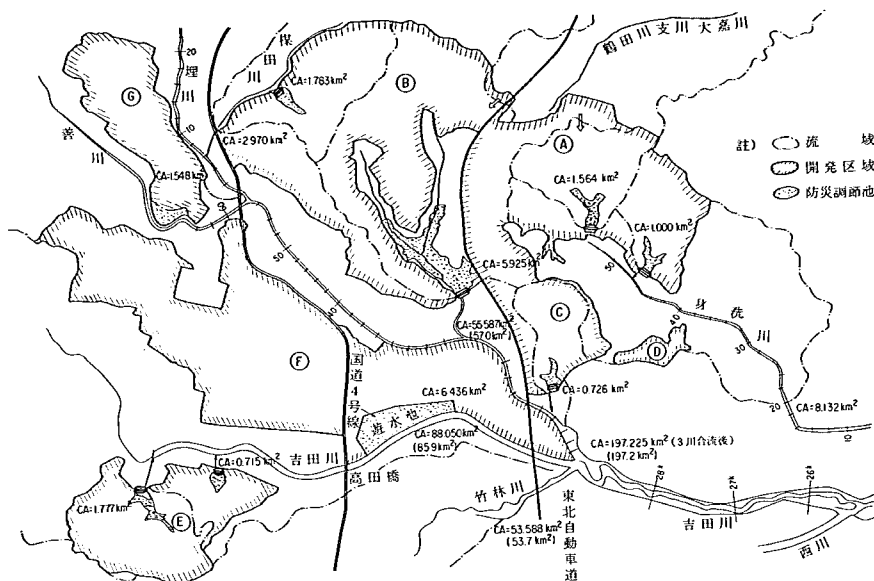


図-2 仙台北部中核都市排水計画概要

地帯となっている。落合地点での流域面積197.2 km²のうちこの計画による開発面積は、9.4%である。

この開発による流出増に対処するために、表-1及び図-2に示した防災調整池が計画されている。

以下の計算例は、この開発に、屋根上、駐車場、棟間低床花壇等の現地貯留施設を適用した場合の、流出量、防災調整池必要容量の減少を検討したものである。2は集合住宅を中心とした住宅地開発に現地貯留を適用したもの、3は、工業地、商業地、集合住宅、独立住宅を含む、総合的な開発に現地貯留を適用したものである。

2. 住宅団地における貯留計算例

図-2の集合住宅を主体とした開発であるB地区において、現地貯留施設を適用した。流域面積は、212.9haである。B地区の土地利用を住宅団地の事例より推定し、屋根上、棟間、学校、屋根上、広場等について貯留効果を検討した。

また、防災調整地のみにより洪水処理をした

場合と、現地貯留を併用した場合とを比較し、その効果を調べた。

2-1 計算方法および条件

計算方法は、貯留関数法を用い、開発地区を土地利用状況別に分割し、それぞれの流域で貯留施設の設置ができるものについては、貯留施設のS-Q曲線を作成して貯留効果を検討した。

(a) 流域条件

計算対象流域は、地域振興備公団による昭和50年10月「仙台中核都市建設に係る基礎条件調査」で設定された。図-2のB地区(212.9ha)とした。

また、当地区の土地利用は、住宅公団の新検見川団地を適用し(表-2)、図-3に示す流出モデルを想定した。

(b) 計算条件及び定数

計算は、貯留関数法によって行い、定数は以下のとおりとした。

$$\left. \begin{array}{l} K = 3.660 \\ P = 0.333 \\ f_1 = 0.5 \end{array} \right\} \text{現況}$$

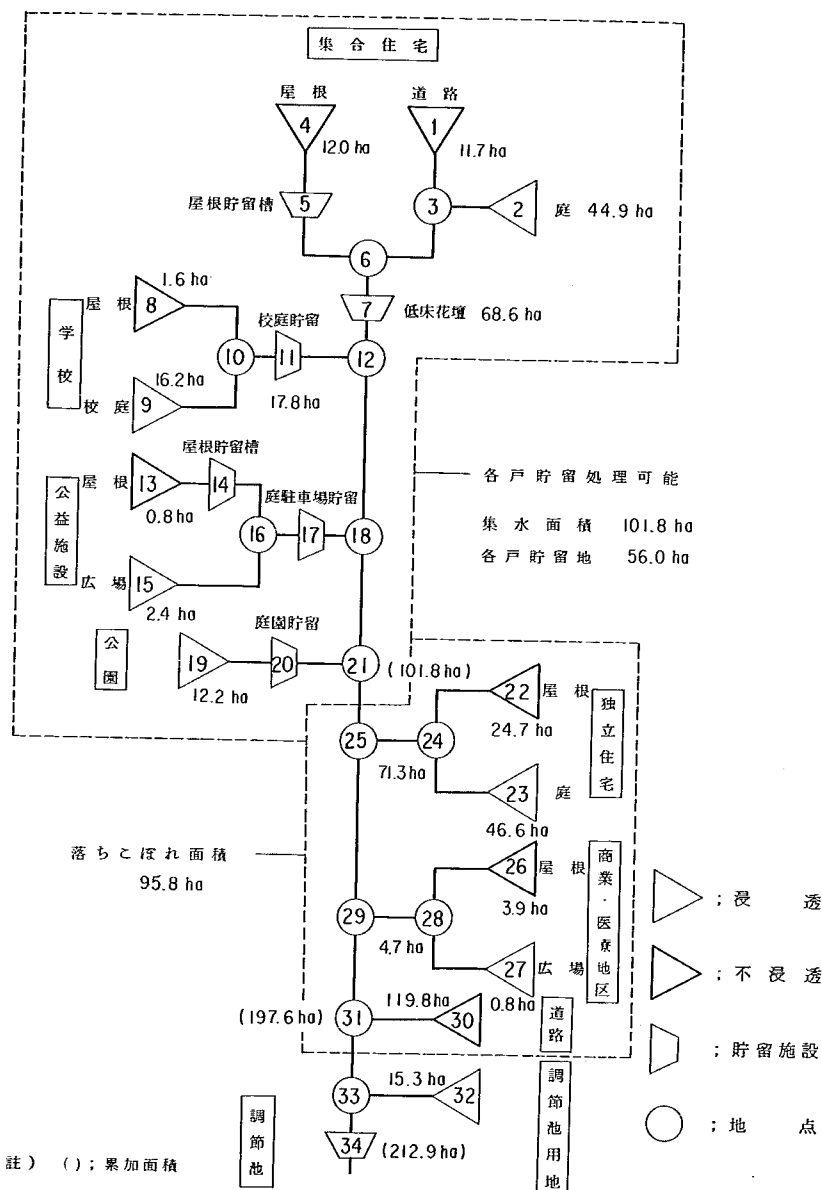


図-3 流出系統図

表-2 開発区域土地利用状況
(住宅公団新検見川台地の土地利用状況)

場 所	種 別		%
幹 線 , 独立住宅道路		不浸透	10.0
公 園 , 緑 地		浸 透	6.2
集 合 住 宅	屋 根	不浸透	6.1
	地区内道路	不浸透	5.9
	庭	浸 透	22.7
独 立 住 宅	屋 根	不浸透	12.5
	庭	浸 透	23.6
学 校 , 幼 稚 園	屋 根	不浸透	0.8
	庭	浸 透	8.2
高 業 , 医 療 地 区	屋 根	不浸透	2.0
	庭	浸 透	0.4
公 益 施 設	屋 根	不浸透	0.4
	庭	浸 透	1.2
合 計			100.0

$$\begin{aligned}
 R_{sa} &= 100 \text{ mm} \\
 K &= 2.00 \\
 P &= 0.600 \\
 f_1 &= 0.9 \\
 R_{sa} &= 100 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} R_{sa} &= 100 \text{ mm} \\ K &= 2.00 \\ P &= 0.600 \\ f_1 &= 0.9 \\ R_{sa} &= 100 \text{ mm} \end{aligned}} \right\} \text{開発後}$$

現況の値は、吉田川洪水解析より、開発後の値は、全国の流出試験地の調査結果より求めた。なお、屋上、駐車場等の不浸透域については、そのまま流出させた。T_lは0とし分割した各ブロックからの流出には、流下時差はないものとした。現地貯留施設は、各々の施設の特性に応じてS~Q曲線を作成し、降雨をこのS~Q曲線で変形した後に流出させた。

(c) 対象降雨

検討対象降雨は、昭和23年9月降雨（鹿島台上流域平均総降雨314.9mm）、1/50年確率降雨による後方集中型降雨（総降雨300mm）を用いる。降雨波形は図-4のとおりに。

(d) 今回の検討で想定した貯留施設は、集合住宅の屋根上、棟間、校庭、公園、公益施設等の用地を利用することとし、次のように想

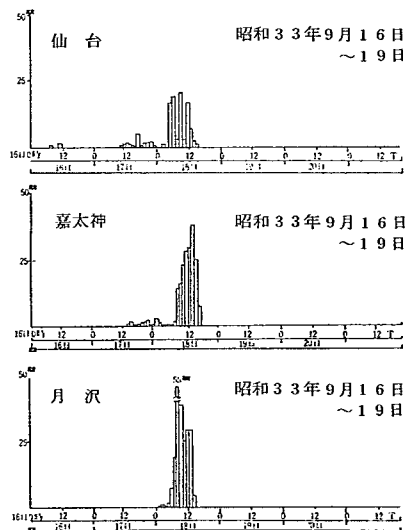
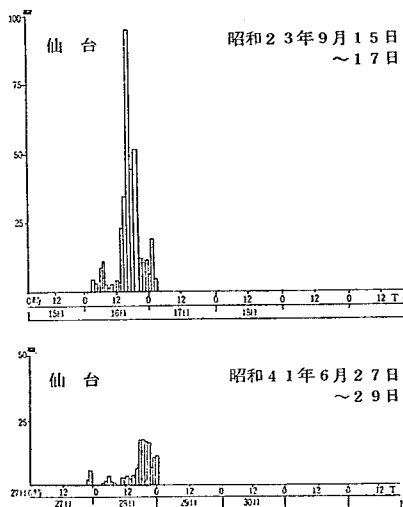


図-4 対象洪水雨量ハイト図

定した。

1) 屋根上の貯留

中層集合住宅と公益施設等の屋上に、水深15cm程度の貯留を行う。ピーク水位時の放流比流量は $q = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ とした。

2) 舗装地域での貯留(校庭、広場、駐車場等)

舗装地域の周囲を15～20cm程度高く、または舗装地域全体15～20cm程度低くし、駐車場では、場内の30%の面積で50cm程度低くし貯留を行う。ピーク水位時の放流比流量は、 $q = 6.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ とした。

3) 地表上貯留

集合住宅地内で棟間の芝地を1.0m程度掘り込み、洪水を貯留する。この芝地の面積は、中層集合住宅の屋根面積と同程度とし、屋根からの $q = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ にしぼられた雨水と地区内の道路、その他からも集水し貯留するもので、ピーク水位時の放流比流量は、 $q = 6.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ とした。

以上により設定した各貯留施設のS-Q曲線は図-5に示すとおりである。

これらにより設定したモデルによると対象面積212.9haのうち現地貯留集水可能面積は、101.8ha、落ちこぼれ面積95.8haで調整池用地、15.3haを除くと、現地貯留集水可能面積比は、52%でその貯留容量は、184,200 m^3 である。

即ち、現地貯留池への集水可能面積、101.8haに対し1ha当り1810 m^3 の容量となる。

2-2 計算結果

以上設定した流域条件での昭和23年9月洪水および確率1/50後方集中型降雨による流出計算の結果より、下流端③3 or ③4(図-3参照)における時間流量図を作成し図-6に示した。

同図に示す各ケースのピーク流量を整理すると表-3のとおりで、現地貯留施設を設けることにより、開発後のピーク流量を約50%低減する効果をもち、開発前の流出量の値にかなり近づけることができることが予想される。

開発地区からの流出を現況河川の流下能力に調整する場合は、調節池との併用が効果的であ

表-3 ピーク流量比較表

対象洪水 地区条件	m^3/s S.23.9.16 洪水	増加率	m^3/s 確率1/50 洪水	増加率
現 状	250	1000	347	1000
開 発 後	608	2432	906	2611
開 発 後 (現地貯留)	342	1368	526	1516

註) 現状および開発後の計算結果は、地域振興整備公団仙台北部中核都市建設に係る調査報告書による。現地貯留と併用した場合の調節池の必要容量と調節池単独の場合の計算結果を比較すると、表-4に示すとおりで、必要調節容量は、前者の方が確率率1/50洪水で約26%昭和23年9月洪水で約37%少なくてよいことがわかる。

表-4 調節池容量比較表

対象洪水	容量 調節池容量 (m^3)	現地貯留を 設けた調節 池容量(m^3)	減率%
S.23.9.16 洪水	488650	306860	37.2
確 率1/50 洪水	482210	356860	26.0

放流比流量 $q = 2.0 (\text{m}^3/\text{s}/\text{ka})$ とした場合

このように現地貯留方式による洪水処理施設は、洪水調節効果はもとより、空間地の多目的利用とともに防災調節池の規模の縮小に大きな効果が期待できるようである。

なお現地貯留池への流入量と流出量を計算結果よりまとめ表-5に示した。

3. 総合開発地域における現地貯留計算例

3-1 概 説

現地貯留施設は、浅い湛水深で、洪水処理をする施設であるので、適切なダムサイトが得られない平坦な地形において効果的である。

ここでは、仙台北部中核都市のうち地形が平坦なF地区(図-2)をモデルとした。

F地区は、吉田川と善川に囲まれた平坦な地区で開発面積643.6haのうち地区からの流出量を調節するために計画した遊水池面積は、33ha、必要容量990000 m^3 に及ぶものであ

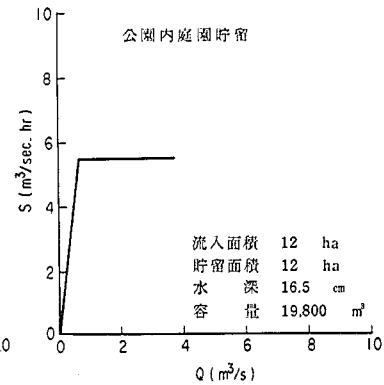
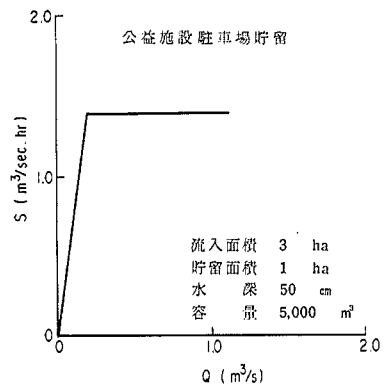
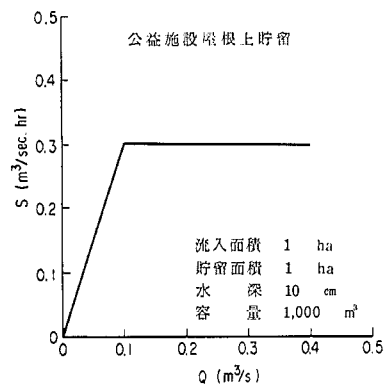
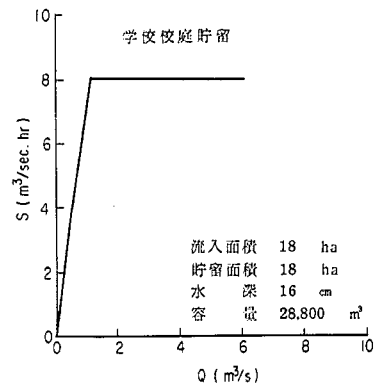
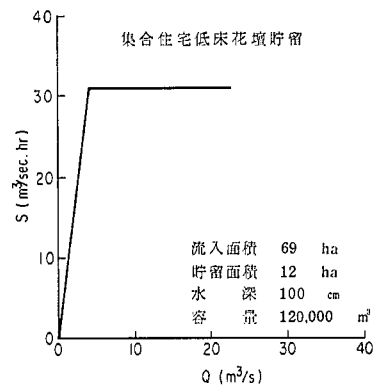
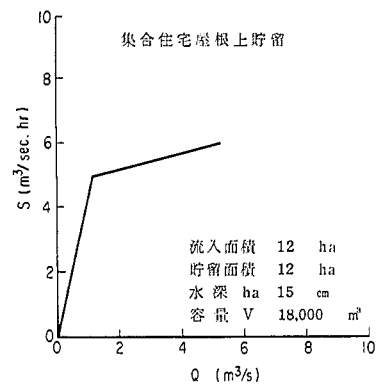


図-5

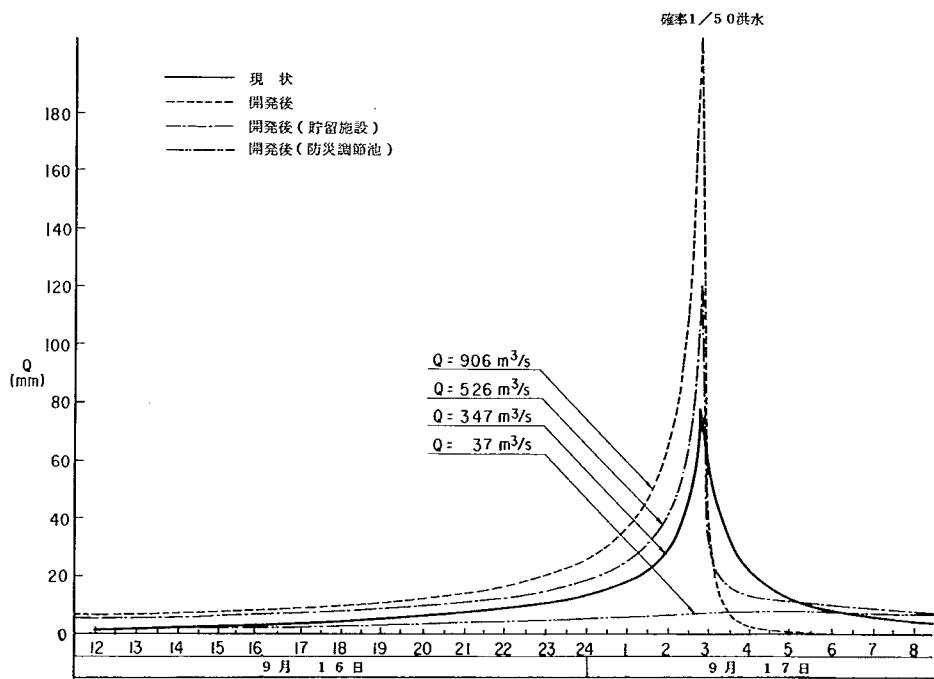
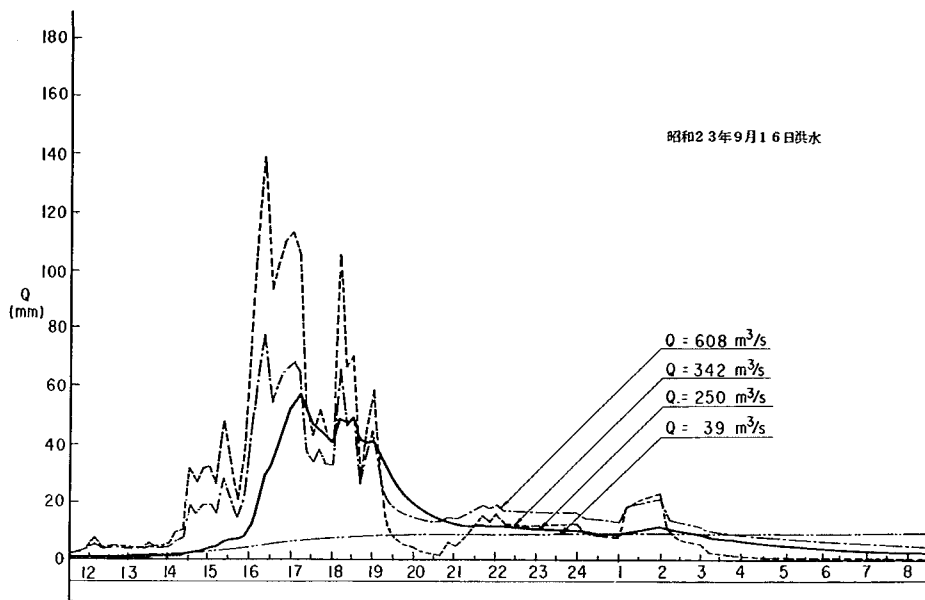


図-6 流出ハイドロ

表 - 5 (1) 昭和23年9月16日洪水ピーク流量表

地 点 名	№	地 域	開 発 後	合 流 点		対 策 後	
		(面 積)	Q ₀ m ³ /s	№	Q ₀ m ³ /s	№	Q _T m ³ /s
集 合 住 宅	①	道 路 (11.7)	4.0	⑥	19.0 (16.9)	⑦	3.9
	②	庭 (44.9)	10.9				
	④	屋 根 (12.0)	4.1 (1.0)				
学 校	⑧	屋 根 (1.6)	0.5	⑩	4.4	⑪	1.1
	⑨	校 庭 (16.2)	3.9				
公 益 施 設	⑬	屋 根 (0.8)	0.3 (0.1)	⑯	0.9 (0.7)	⑰	0.2
	⑮	庭 (2.4)	0.6				
公 団	⑱	公 園 (12.2)	3.0		3.0	⑳	0.7
独 立 住 宅	㉒	屋 根 (24.7)	8.5	㉔	19.8	19.8	
	㉓	庭 (46.6)	11.3				
商 業 医 療 地 区	㉕	屋 根 (3.9)	1.3	㉗	1.5	1.5	
	㉖	庭 (0.8)	0.2				
道 路	㉘	道 路 (19.8)	6.8		6.8	6.8	
調 節 池 用 地	㉚	調節池用地 (15.3)	(5.3) 3.7		(5.3) 3.7	(5.3) 3.7	
合 計	㉜	(ha) 212.9	60.8		60.7 (58.4)	(35.7→3.9) 34.2	

現 状 25.0

注：() 内は対策後、() は調節池を設けた場合

表-5(2) 確率1/50洪水ピーク流量表(後方集中型降雨)

地 点 名	№	地 域	開 発 後	合 流 点		対 策 後	
		(面 積)	Q ₀ m ³ /s	№	Q ₀ m ³ /s	№	Q _T m ³ /s
集 合 住 宅	①	道 路 (11.7)	6.0	⑥	28.4 (24.4)	⑦	3.8
	②	庭 (44.9)	16.2				
	④	屋 根 (12.0)	6.2 (2.2)				
学 校	⑧	屋 根 (1.6)	0.8	⑩	6.6	⑪	1.0
	⑨	校 庭 (16.2)	5.8				
公 益 施 設	⑬	屋 根 (0.8)	0.4 (0.1)	⑮	1.3 (1.0)	⑰	0.2
	⑮	庭 (2.4)	0.9				
公 園	⑲	公 園 (12.2)	4.4		4.4	⑳	0.7
独 立 住 宅	㉒	屋 根 (24.7)	12.7	㉔	29.5	29.5	
	㉓	庭 (46.6)	16.8				
商 業 医 療 地 区	㉖	屋 根 (3.9)	2.0	㉘	2.3	2.3	
	㉗	庭 (0.8)	0.3				
道 路	㉙	道 路 (19.8)	10.2		10.2	10.2	
調 節 池 用 地	㉚	調節池用地 (15.3)	(7.9) 5.5		(7.9) 5.5	(7.9) 5.5	
合 計	㉛	(ha) 212.9	90.6		90.6 (86.3)	(55.0→3.7) 52.6	

現 状 34.7

注：() 内は対策後、() は調節池を設けた場合

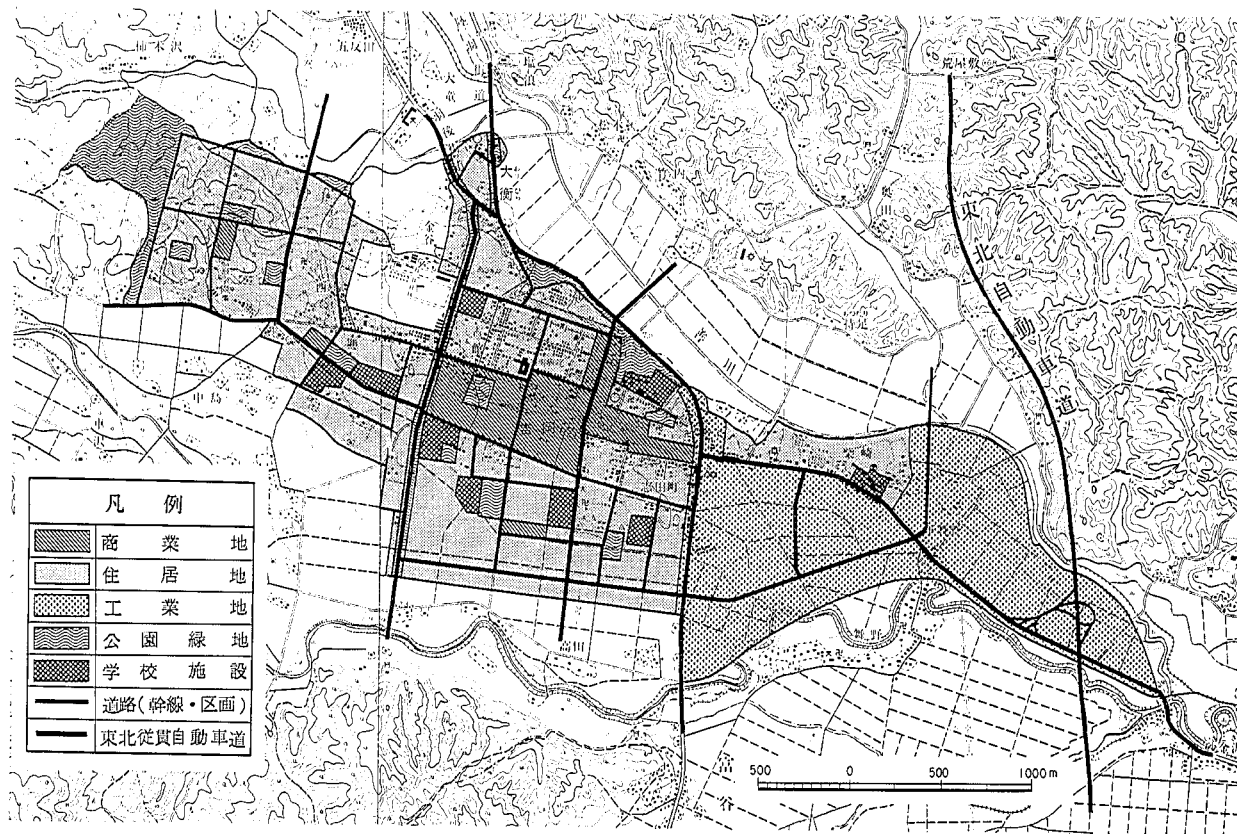


图-7 仙台北部中核都市吉岡地区土地利用状况图

る。

F地区における県の土地利用計画は図-7に示すとおりである。現地貯留施設は、この土地利用計画にもとづいて工業団地、学校、集合住宅地等に想定した。

3-2 計算方法および条件

① 計算法は、貯留関数法を用いる。流域の定数は、吉田川流域の値を使用した。開発前と開発後の定数は、表-6のとおりである。

表-6 流域定数

	開 発 前	開 発 後
K	2.53	2.0
P	0.333	0.60
f_1	0.71	0.9
Rsa	100 (mm)	100 (mm)
Tl	0 (hr)	0 (hr)

② 現地貯留施設の面積および深さは、県の土地利用計画にもとづいて、それぞれの用途ごとに決められている建ぺい率、その他から実施可能と推定される規模で設定した。

工業団地の現地貯留施設としての利用面積は、県計画にもとづく建ぺい率30%残り面積70%とした。

③ 各施設からの放流比流量は、 $q = 2, 4$ および $6 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ の3ケースを想定し、現地貯留施設に貯留する容量と遊水池の調節容量との関係調べる。

なお、遊水池からの放流は、掘込式であるので、ポンプ排水により行うものとし、下流の流過能力から比流量 $q = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ka}$ 相当ポンプ $Q_P = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\div 2.0 \times 6.346$) によるものとする。

④ 流出系統図

当該流域の現地貯留施設を設けた場合の流

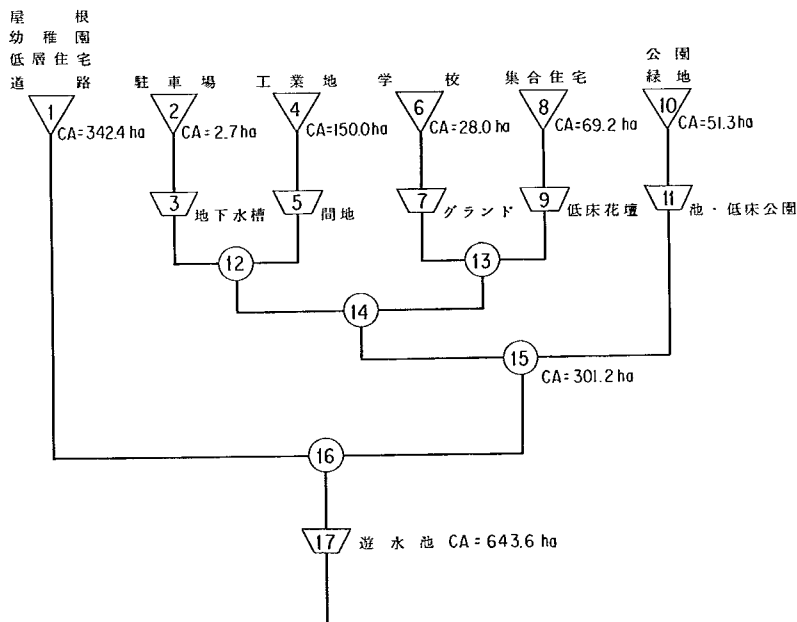


図-8 流出系統図

表-7 仙台北部中核都市吉岡地区土地利用及び貯留施設一覧表

	面 積 (ha)	土 地 利 用 状 況		貯 留 施 設						備 考 (貯留施設面積)
		名 称	面 積 (ha)	貯留場所	貯留方法	貯留施設集 水面積 (ha)	貯留施設 面積 (ha)	貯留水深(m)	貯留容量(m³)	
地区センター 商業地公共施設	54.0	屋 根 空 地	27.0 27.0	駐 車 場	地下貯留	2.7	0.5	1.00	5,000	貯留施設集水面積 × 20%
工 業 地	150.0	屋 根 間 地	45.0 105.0	間 地	地表上	150.0	84.0	0.50	420,000	間地 × 80%
学 校	28.0	屋 根 グラウンド	2.8 25.2	グラウンド	地表上	28.0	11.2	0.50	45,500	全面積 × 40%
幼 稚 園	1.5	屋 根 庭	0.5 1.0							
集 合 住 宅	69.2	屋 根 間地・道路	10.4 58.8	低床花壇	地表上	69.2	24.2	0.50	121,000	全面積 × 35%
低 層 住 宅	161.6	屋 根 庭・通路	51.7 109.9							
公園・緑地	51.3		51.3	池・低床公園		51.3	15.4	1.00	154,000	全面積 × 30%
道 路	128.0		128.0							
合 計	643.6		643.6			301.2	133.2		745,500	

出系統は、図-8のように設定した。

なお、現状と開発後で対策なしの場合は、単流域とした。

⑤ 対象降雨

昭和23年9月(鹿島台流域平均総降雨314.9mm)、昭和33年9月(同220.9mm)、昭和41年6月、(同166.3mm)の実績降雨を10分間雨量について整理したものを対象降雨とした。降雨波形は、(図-4)のとおりである。また、計算ピッチは10分とした。

3-3 F地区現地貯留施設可能貯留量の検討

F地区の土地利用状況(図-7)より、図-8に示すような貯留施設の設置を仮定し、表-7のように貯留量の設定を行った。

それぞれの土地利用ごとの建ペイ率は次のようである。

地区センター	} 50%
商業地	
公共施設	
工業地	30%

学 校 10%

幼稚園 30%

集合住宅 15%

低層住宅 40%

各貯留施設の面積および水深は2の検討結果を参考にして、実際に可能な各貯留面積を設定し、非常時に人の立入る可能性がある場所では水深は、50cm程度とし、その他の場所では1m程度の水深として、貯留施設の貯留量を設定した。(容量の算定は、駐車場は直堀りとし、他は3割のり勾配とした。)

なお、屋根上の貯留については、今回の検討の貯留施設からはずすことにした。

a) 現地貯留施設用地と集水可能面積

当該地区の各戸貯留施設への集水可能面積と貯留地の面積は、表-8に示したとおりである。

また、現地貯留集水可能面積の内訳は、前出の表-8のとおりであり、前者は開発面積に対し約50%の面積を網羅することができる。

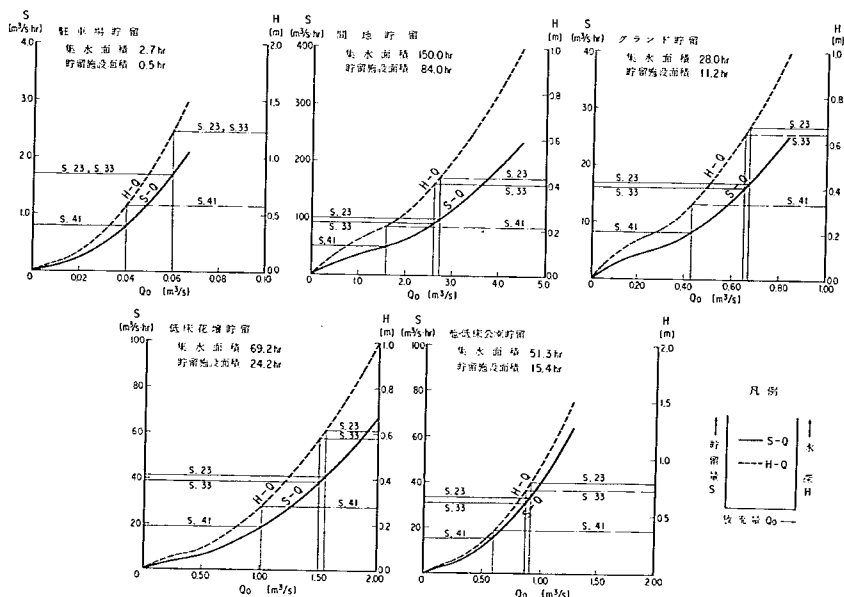


図-9 各戸貯留施設 S, Q, H-Q 曲線図 ($q = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{kd}$)

表-8

	面 積 (ha)	百分率 (%)
貯留施設集水可能面積	301.2 (133.2)	46.8 (20.7)
落ちこぼれ面積	342.4	53.2
計	643.6	100.0

注) () は各貯留地面積

また、現地貯留地の調節容量745,500 m³は、開発面積1ha当り1,160 m³に相当し、貯留施設集水可能面積に対しては1ha当り、2,470 m³に相当する。

b) 現地貯留施設のS-Q曲線(放流量q=2の場合を示した。)

このH-Qの計算は(2)式により行うもので、図-10に示すH.W.L.における放流量Qが所定の値となるよう排水施設のオリフィスの寸法を定めるものである。

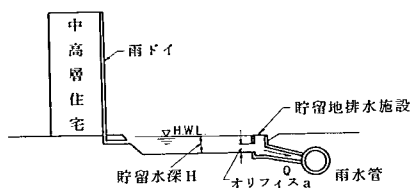


図-10 各戸貯留施設モデル

$$Q = Ca \sqrt{2gH} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、Q：オリフィスからの流出量 (m³/s)

C：流量係数 (≒ 0.85)

a：オリフィス断面積 (m²)

g：重力の加速度 (= 9.8 m/s²)

H：水深 (m)

図-9は以上の手法によって算出したもので、ここに想定した施設の容量と放流量の関係が、どの程度の降雨に対処し得るかを、また、遊水池に対する効果がどの程度期待できるかを流出計算により検討する。

c) 計算結果

① 流末における流量

対象3洪水における開発前と開発後の流出量計算の結果は、図-11に示すとおりで、ピーク流量は開発後約2倍に増大する。

開発後において現地貯留施設を設けた場合のピーク流量をまとめると表-9のようであり、流末におけるピーク流量はほぼ開発前の値まで低減していることがわかる。

また、同表より開発前と開発後の地区流末における比流量で現地貯留施設による効果を示すと図-12のようになり、貯留施設によって開発による流量増は調節されていることがわかる。

表-9 F地区ピーク流量一覧表

(単位 m³/s)

流域状況		対象洪水		S. 23.9		S. 33.9		S. 41.6	
開 発 前		⑩ 107.5		62.5		27.2			
開 発 後		⑩ 184.9		107.5		47.5			
各戸貯留施設を設けた場合	貯留施設放流比 流量 q = 2	⑮ 5.9 (1.8)	⑩ 101.4	5.7 (1.8)	61.2	3.7 (1.1)	28.1		
		① 98.4		57.2		25.3			
	q = 4	10.9 (3.4)	104.0	10.2 (3.2)	64.6	6.2 (1.9)	30.1		
		98.4		57.2		25.3			
	q = 6	15.3 (4.8)	106.2	14.1 (4.4)	67.5	7.8 (2.4)	31.6		
		98.4		57.2		25.3			

注) () は放流比流量, ⑯, ⑮, ①は流出係統図の地点番号

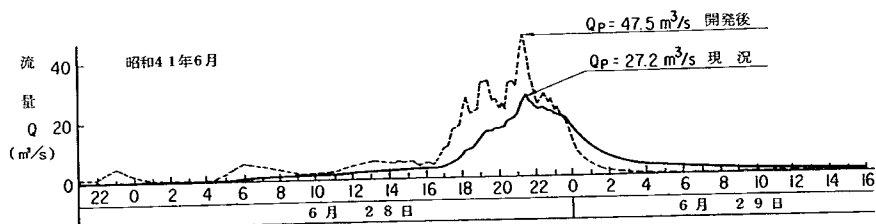
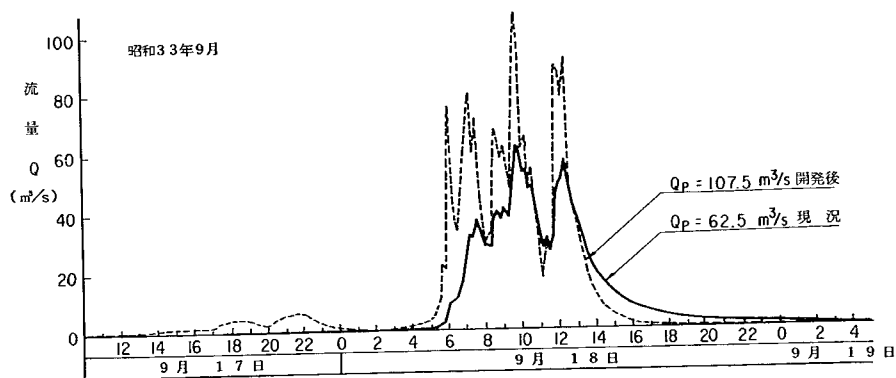
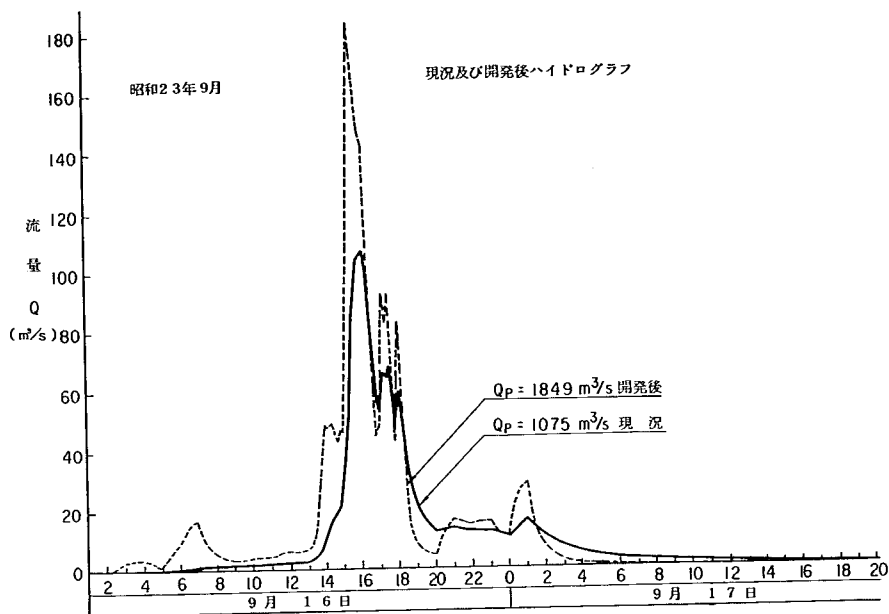


図-11 現況及び開発後ハイドログラフ

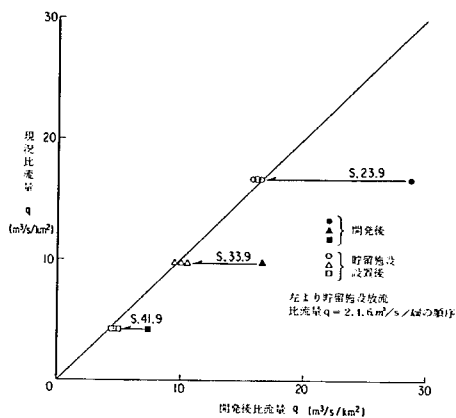


図-12 開発による影響と貯留施設設置後の効果 (地点⑥)

② 必要調節容量

以上の計算結果により、現地貯留施設を設けた場合と設けなかった場合の遊水池の容量を比較すると表-10のとおりである。

表-10 遊水池および各戸貯留地の洪水調節容量

		(単位: m³)		
対象洪水		S. 23.9	S. 33.9	S. 41.6
開発後、貯留施設なし	遊水池	1,210,000	1,130,000	330,000
	計			
開発後貯留施設を設けた場合	貯留施設			
	遊水池	598,000	530,000	93,000
	貯留地	696,600	645,000	336,600
	計	1,294,600	1,175,000	429,600
q = 2	遊水池	770,000	627,000	130,000
	貯留地	605,660	544,320	276,770
	計	1,375,660	1,171,320	406,770
q = 4	遊水池	904,000	721,000	157,000
	貯留地	543,240	474,730	240,480
	計	1,447,240	1,195,730	397,480
q = 6	遊水池			
	貯留地			
	計			
	計			

表-11 昭和23年9月洪水に対処しえる貯留地の諸元

	駐車場	工業団地間地	グラウンド	棟間	池・低床公園	計
放流量 Q_0	0.117	2.73	1.86	3.52	0.91	9.137
比流量 q	4.33	1.82	6.64	5.09	1.77	3.03
水深 H	1.00	0.42	0.50	0.50	0.80	-
容量 V	5.000	360.000	45.500	121.000	120.600	652.100

遊水池の容量は、約 $13 \text{ m}^3/\text{s}$ のポンプによる放流を行った場合の必要容量である。

以上の表より各戸貯留施設を設けた場合の遊水池の洪水調節容量の減少率を現地貯留施設の放流比流量との関係を表わすと図-13のようになる。

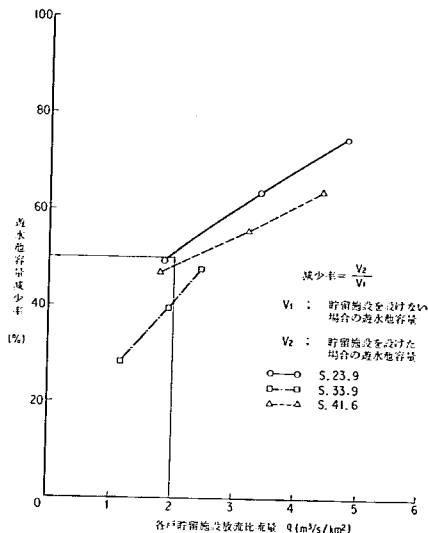


図-13 各戸貯留施設放流量と遊水池容量減少率関係図

同図によると各戸貯留施設からの放流量が小さいほど遊水池の容量は小さくなり、貯留施設からの放流量が比流量 $q = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ で約50%減少することがわかる。

しかし、この結果は駐車場、グラウンド及び棟間において、昭和23年9月洪水では、所定の水深を上回っているの、この洪水にも対処できるように計算をやり直すと、表-11のようになる。このときの遊水池

必要容量は726,000 m^3 であり、貯留施設を設置することによる必要容量を約40%縮少することができる。

2.1.2 棟間貯留（低床花壇あるいは公園）

棟間貯留とは、団地等の集合住宅（中高層住宅）の棟の間に雨水をためることを指し、一般的には掘り下げる形をとる。これは実際に住宅公団ではすでに実施され、花等をうえたことから、低床花壇と呼ばれている。

本質的には、各戸貯留槽であるが、まだ一般住宅には例がないので、ここでは「棟間貯留」の呼称を使ってとくに紹介する。

なお治水的には、いわば降ったその場で溜めることから、現地（on-site）貯留に分類され、本質的にはもっともすすめられるべきものである。すなわち原理的には最上流端でためれば、下流の排水施設の規模が小さくてすむとか、

土砂等の場合でも防災調整池に流入すれば排除しなければならないがその場で流出が阻止できればその必要も少いといったことがまず挙げられるが、なによりも大きいことは、必要調整池規模を減少させ、その利用面の自由度を上げること、すなわち調整池の多目的利用がより容易になることであろう。これは危険の分散の意味でも有効である。

次には棟間貯留量が一体どの程度のものかを一、二の調査結果や、住宅公団で聞いた話から検討してみよう。

まず事例から紹介すれば埼玉県の新座団地（図-1、写真1）には、11ヶの棟間公園があるが、これの貯留量を測定してもらったところ表-1を得た。これによれば団地面積25.6haで2.5万 m^3 つまりほぼ100mmの貯留ポテンシャルがあることがわかる。ただしこの場合は、表にもあるように最大水深でほとんどが1mを

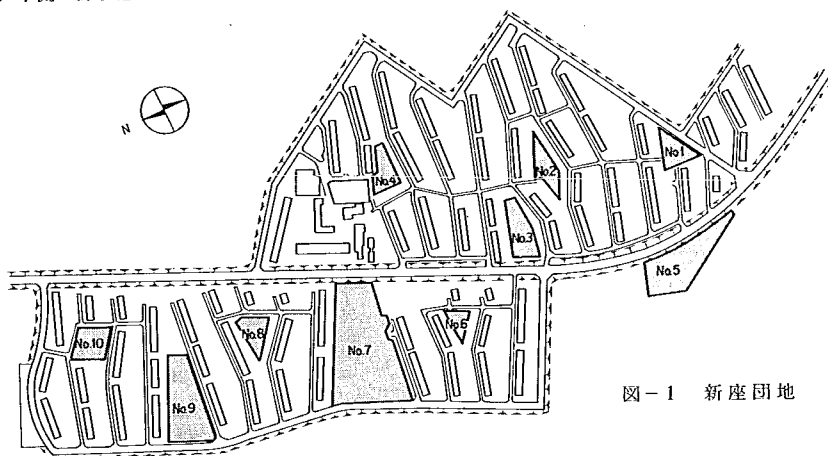


図-1 新座団地



写真-1 新座団地の棟間貯留

表-1 新座団地調節池容量面積一覧表

調節池 №	容量 V (m^3)	面積 F (m^2)	最大水深 (m)
1	1,428.7	1,525.0	1.30
2	1,818.2	2,377.5	1.20
3	2,843.9	2,955.0	1.30
4	1,576.6	1,567.5	1.40
5	3,474.2	4,422.5	1.30
6	849.8	1,115.0	1.10
7	7,844.3	9,164.5	1.70
8	1,213.0	2,001.5	0.95
9	1,915.9	3,613.3	1.10
10	1,194.6	1,140.5	1.30
11	831.5	1,095.0	1.20
合 計	24,990.7	30,927.3	

新座団地面積25.56 ha

越えており、この値はいわば棟間貯留の1つの上限を示すものとして理解されよう。

また埼玉県草加市の新栄町団地の場合(写真-2)は、公団の方で約400t/haという話であったが、筆者らの調査ではもう少し大きいように判断された。この場合の深さは約30cmのものであり、400t/haは水頭にして40mmということになる。

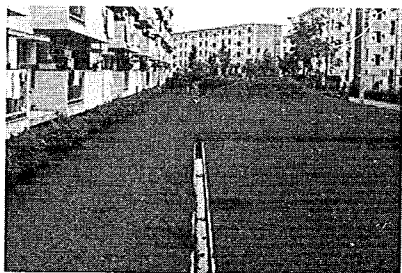


写真-2 新栄町団地の棟間貯留

※ 例えば、地下にためるとか住宅をピロティ形式にして全面積でためればまだまだ増加する方法はある。また棟間貯留からはなれるが、屋根上とか、住宅用地とは別に公共用地や公益施設にためれば別途増加することになる。

さて実際に住宅公団が施行する団地でのいわば貯留ポテンシャル(可能量)の話を次に要約しよう。

まず棟間隔は、一般的に日照時間から規定されており、冬至のとき、4時間日照が確保できる距離となっている。これは具体的には、南向きの住宅の場合例えば5階建中層では、必要棟間隔は26mとなり、南向からはずれるとわずかながら小さくなるが、それは数%にとどまる。

さて、この26mの利用内訳は、図-2に示すように窓の小さい北側では外の通路上の人声がそれほど気にならない限界として4m(プライバシー保障)、通路3m、これに加えて、緊急時ハシゴ車進入のための2m(路盤のみ)、計9mが最小限の必要長となり、すると26-9=17.0mがいわば貯留面積ポテンシャルとなる。

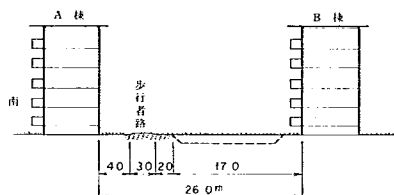


図-2 棟間仕様

つまり単なる棟間貯留の場合は最大17mのポテンシャルがあるわけであるが、B棟南面から少くとも3mははなさねばなるまいし、また造園修景上(築山など)や、通路等に2割程度けずられるとすると約11m程度が利用可能ということであろうか。

さて、建物幅が7~9mであることを考慮し、貯留水深を30cmとすると、住宅用地だけで

$$300\text{mm} \times \frac{11}{26+8} \div 100\text{mm (または } 1000 \text{ m}^3/\text{ha})$$

のポテンシャル、単純に住宅用地が開発面積の50%とすると全開発面積あたり50mm(または500mm/ha)となって、これは相当なものということになる。参考までにこの用地をプレイロット等に利用する場合、同ようプライバシー保護のため開口部の多い棟南面から12mは

なす必要があり、プレロットとして使えるのは5.0 mのみとなってしまう、そのままでは用をなさない。ただこの5 mを一部に利用してのプレロットの計画は容易である(図-3はその利用計画例である)。

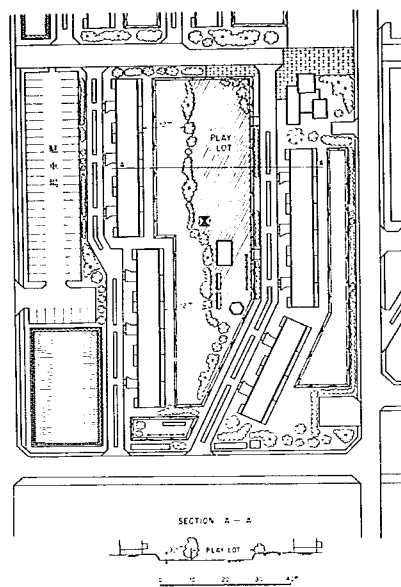


図-3

因みに住宅公団のいくつかの宅地開発例(区画整理事業の場合)について全面積を住宅用地、公共用地*、保留地にわけた結果をプロットしたのが図-4であるが、これによると住宅用地は50~60%程度であることがわかる。ただし一般の防災調整池はこれに含まれること(つまり暫定調整池で将来宅地化されることになる)および住宅用地は、公団と民有にわけられるので、棟間貯留がすべてこの面積で可能というわけではないことをことわっておく必要があろう。加えて高層団地の場合、住宅用地が20%などといった大規模住宅団地もあり、必ずしもすべてがというわけにはいかない。

* 道路、公園緑地、河川等

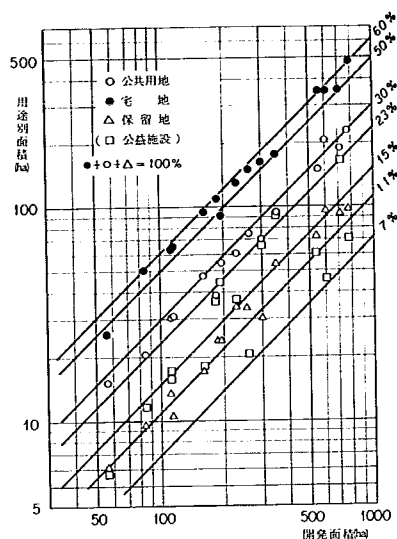


図-4

なお図-4には公益用地(学校、幼稚園、事務所、ショッピングセンター、集会所など)が同ようプロットしてあるが、この中にも貯留ポテンシャルをもつものがあることも忘れてはなるまい。横浜市の中学校の校庭貯留もその例であるが、これは「開発面積0.1ha以上」にひっかかった例である。

ついでながら団地の屋根についてきたことを被露しておく、図-5のようなヒサシが必要とのことであり、10cmためたとしても、同様の計算法により $100\text{mm} \times 10 / 34 = 30\text{mm}$ のポテンシャルがあることがわかる。なお参考までにアメリカでは1966年に、連邦政府が建造するすべての建築物について洪水危険を十分配慮すべきことが、きめられているが(耐水化、あるいかさ上げ等)、日本でも官公庁の建築物はすべて屋根上貯留を義務づけるなどというも効果をしてそれと同時に住民の災害に対する意識の向上という意味で必要なことと思われる。ただし屋根上の漏水防止およびその維持面ひいてはコストの問題もあり、屋根上貯留

の実現は、日時を要するものと思われる。

このほか駐車場がある。現在公団では、戸数の30%の台数に対する駐車場を原則的に確保しているとのことであるが、これは1台あたりの面積が、ほぼ2.5m×8m（通路込み）あり、これを4人／戸とすると20㎡×0.3／4人＝1.5㎡／人となり、200人／haの団地で3000㎡／ha、平均5cm遊水可能とすると全面積あたり1.5mmとなる。

以上団地の貯留ポテンシャル、とくに棟間貯留ポテンシャルについて概略触れてきたが、空地が多いだけに相当大きなポテンシャルをもっていることがわかる。

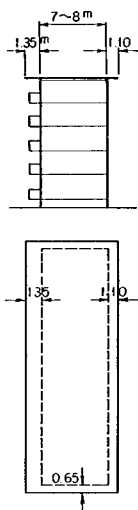


図-5 屋根面積

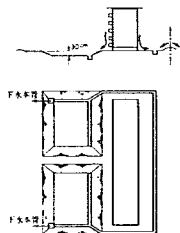


図-6 新栄町型

本管流入点でしぼりがきいて、公園内にはんらんする仕組となろう。ただし利用面から考えれば、この敷地内に高低をつけ冠水頻度を変えることは必要であろう。

ほかにも構造の工夫はあらうと思われるが、現在のものは大別してこの2種がある。あと考えられるものとしては、「排水路からの横越流」というタイプおよび住宅の躯体の下をピロティにして全面積でためる方式もあらう。前者の意味は、屋根等からの雨水の排水路を下流許容流

さてこの治水効果であるが、県によっては防災調整池の貯留量として一律haあたり500m³ + α、あるいは1000m³ (=100mm) という形できめているところもあり、これとさきの数字と比較してもらえば、およその見当はつこう。もちろん下流許容放流量によって、効果は変わるわけであるが、それはそれに応じた計算を行えば効果はおのずとわかるので、ここでは割愛しよう。これは冠水頻度についても同様のことがいえる。

構造については新栄町のような低床貯留（写真-2）と新座のような低床公園型（写真-3）が考えられる。新栄町の場合、ほぼ図-6のようなもので、棟の前後の雨樋からおちた水がU字溝を径て、棟裏に到り、側溝から順次貯留地（槽）内に一時的にたまるシステムとなっている。雨量強度のよわいときにはほとんど側溝を通過して雨水マスに流入するが、強度が大きくなると雨水マス前のシボリ（オリフィス）がきいて、貯留地内に一時貯留されることになる。新座型では図-7のように雨水が下水支管を経て集水溝（フタ付）に入り、下水本管へと接続されるわけであるが、降雨強度が大きいときは、

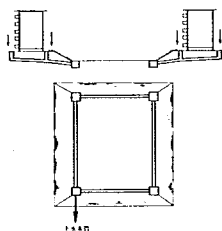


図-7 新座型

量によって設計し、それを越える流量は、長い区間横越流により貯留地に流入させるものである。

さて棟間貯留の維持管理の問題としては、管理責任の所在と、棟間貯留ないし低床花壇の貯留機能の永久保存の可能性の問題が大きい問題と思われる。

まず管理責任については、その個数からいってもやはり居住者にお願いせざるをえない。つまり、一般的には清掃等の団地管理の一環とし

て、つまり共益費で行う各種作業の一部としてやってもらうということである(団地サービス等が委託されて行っている)。これはたいした額にはならないと思われるし、この程度のことには住民の義務として当然と少なくとも筆者は考える。ただし、永久設置とする場合には、始めに作るときに補助金を出す等の施策が別途検討されねばなるまい。

これが永久に破損されずに(埋められずに)残される保証の有無の問題も考えられるが、これも入居時から契約書等に明記しておく等の措置、とくに分譲等の場合、入居者が変わってもその条項が残されるシステム等、検討すべきことは多い。

最後に各戸貯留槽を含めて本手法が、既成市街地にも適用可能かという問題は、遠からず課せられる命題であろう。勿論これはアメリカですら例が稀な状態ではあるが、事実上ほとんど全市が不可能な都市河川の多い日本では、早急にその検討が急がれるべき問題といえよう。

現在、これについて筆者は、それほどポテンシャルがないので、結論めいた話ではできないが、簡単に今後の調査のあり方について、少し考えを述べて参考にしてほしい。

まず第一に必要なことは、それが本当に必要かどうかのチェックであり、現存河川の疎通能力、流域変更の可能性、遊水池等の在来手法の検討(とくにコスト)が一方で十分確められて、流域貯留の必要性を裏付けるとともに、流域貯留(棟間貯留)あるいは地下貯留のポテンシャルの調査を行って、その可能性が示されねばなるまい。その場合この治水計画が対応する降雨の確率年についても検討が加えられる必要があることはいうまでもない。^{*}

以上の調査によるコスト等が求められたら、次に、各種手法による被害の減少高とコストの面から、種々の方策の実施順序といったいわば治水戦略が検討される必要がある。すなわち

* 例えば50年降雨まで安全流下、200年洪水床下没水といったものもその1つであろうし、その場合の応用動作として一部地域のピロティ等により床上高規制の考え方もあろう。

5年後、10年後、20年後といった各段階をすべて勘案して、効率のよい方法というものがあるはずなのである。ただしこの種の治水戦略をたてるにあたって、問題になるのが、棟間貯留の費用である。というのもポテンシャル調査を行えばわかることだが、まず対象として浮ぶのは、庭付き1戸建住宅、既成団地、学校、公園、駐車場などであり、住宅過密地域には、とても期待できないことがわかる。すると勢い設置に要する費用は、公平の原則からいってもなんらかの形で捻出しなければならないことになるからである。もちろん各戸に義務付け(例えば数mmでも)、空地のないところは、負担金で代用させる方法、あるいは、例えば敷地面積200㎡以上の家屋にのみ義務付けする等の手段も、考えられないことはないが、これにはそれに先立つ相当量および期間のPR、意識の啓蒙等が必要ということになる。実際に都市化前の施設が、その後の都市化による負担増に耐えられなくなったところで、住民への問いかけあるいは試みられていくべきであろう。

新しい財源について、アメリカでは、地方税のほかに、

1) 物品税

2) 特別評価(河川改修によって、とくに受益した資産者に課せられるもの)

3) 料金(例えば上下水道料金、空港使用料)などが試みられているようであるが、日本でもこれらについての検討がなされる必要がある。長い期間にわたって、あとからの住民にも負担してもらおうという意味で市債なども当然考えられるべきではなかろうか。なお蛇足ながら現在の防災調整池は、原因者負担に相当する。

以上、棟間貯留について、少し詳しく触れて来たが、現地貯留は、その精神からいっても好ましく、今後治水対策として、あるいは防災調整池あるいはその補助としても是非採用が進められるべきものと判断される。いわば本項が、今後種々の現地貯留を考える場合の参考になればよいと思っている。

2.1.3 砂川団地(仮称)地下浸透井の設計例

住宅公団東京支社では、「砂川団地」(仮称)

图-1

において関東ローム直下の礫層への注入による雨水排水を計画し、詳細な透水係数の推定、および目詰り防止等に関する検討を行い、図-1のような地下浸透井を設計、施工している。図中雨水は、左側 $\phi 600\text{mm}$ のパイプから流入し、次いで井を囲繞する半円コルゲート流入、碎石中を流下して、垂直な浸透井に流入することになる。

2.1.4 福岡市博多区における現地貯留計画2例

造成によって増加する雨水流出量を、現況流出量におさえることを目的としており、一つは、ドライブインにおける駐車場貯留の設計例であり、もう一つは共同住宅地の駐車場、遊園地及び緑地を使った例である。

図-1、2 貯留方法の概要図を示す。また計画平面図及び横断面図を図-3～5に示す。

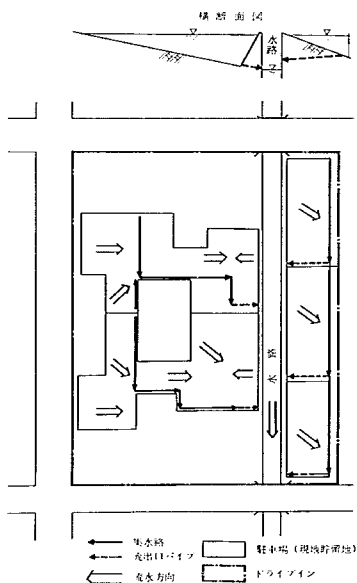


図-1 ドライブイン現地貯留概要

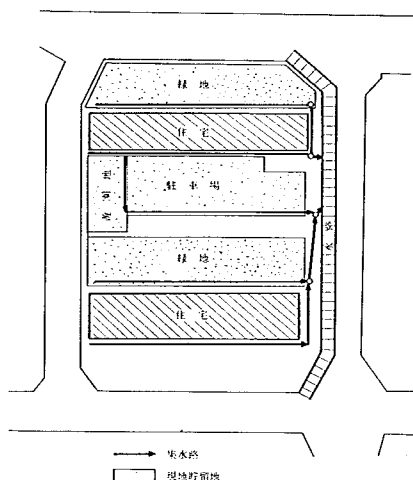


図-2 共同住宅

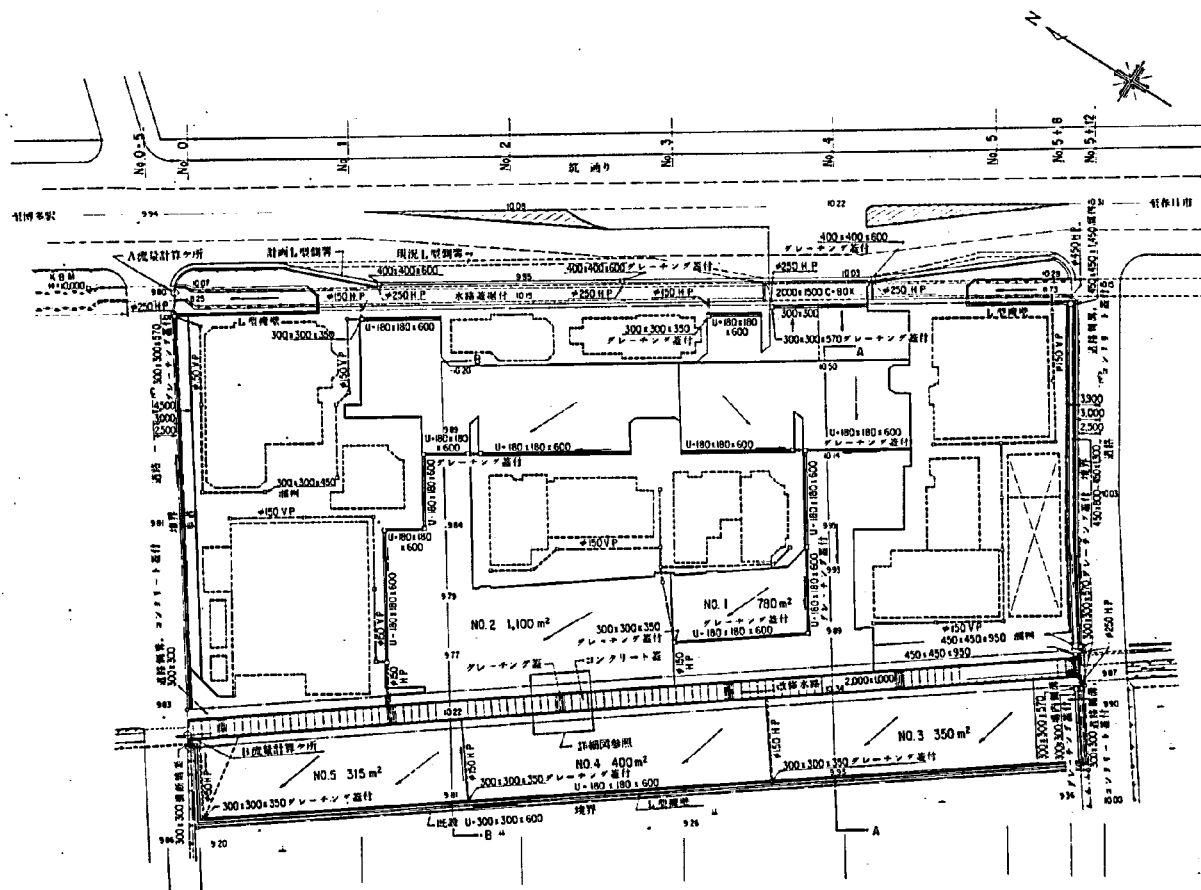


図-3 ドライビン雨水排水計画平面図

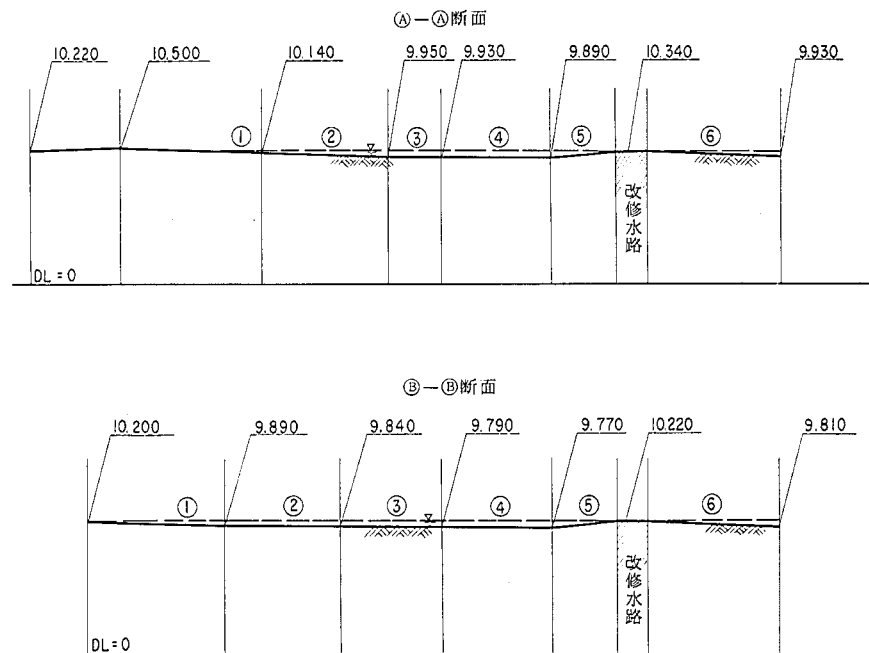


図 - 4 ドライブイン雨水排水計画横断面図

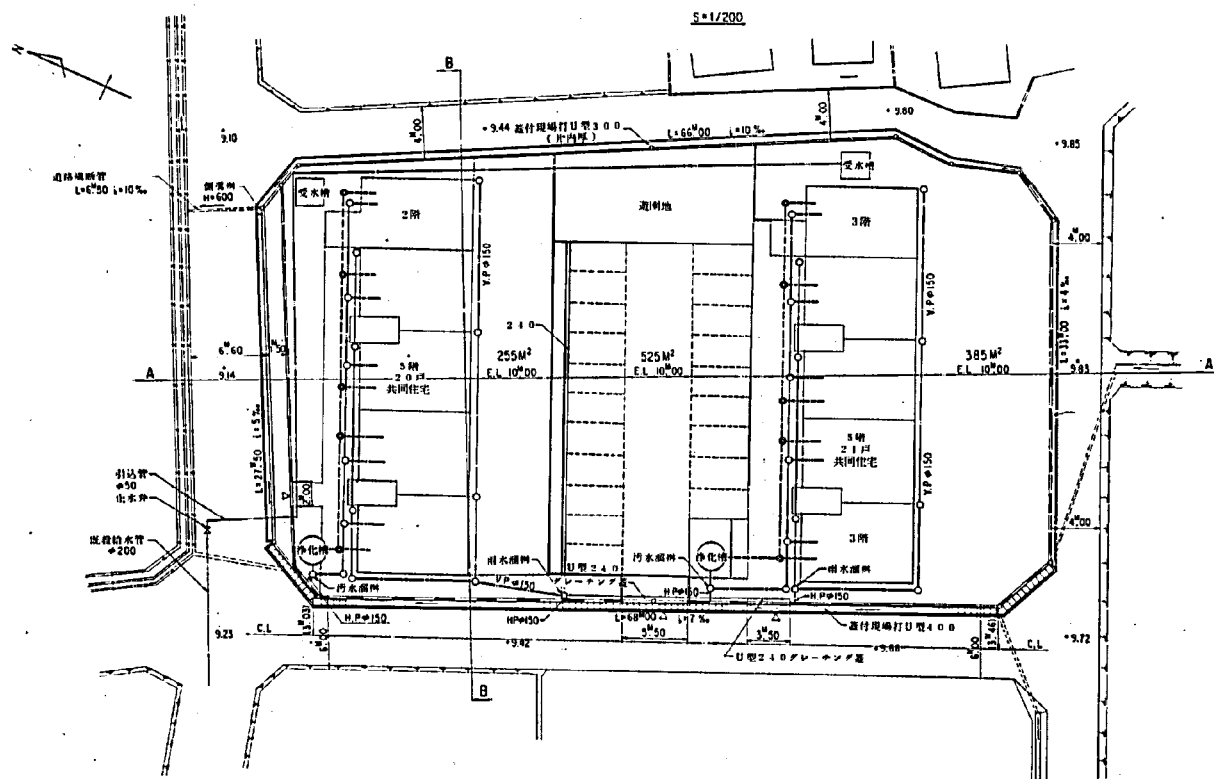


图-5 共同住宅雨水排水計画平面图

2.2 既成市街地における計画および実施例

2.2.1 尾張一宮市大宮貯留槽

一宮市水道部下水課

1. 施設計画概要

本計画地域は、下水道創設工事（昭和11年合流式下水道として完成）によって戦前に整備された区域にあって、当時は1街区5ヘクタールがすべて神社境内として、樹木等に覆われていたため雨水流出係数も低く、かつ、東、西、北側の3方に堀がめぐらされていたために強雨時における下水管への流出量の調整が自然に行なわれる等条件に恵まれていた。しかしながら、戦災による廃墟のあと、戦災復興区画整理事業によって堀は埋立られるとともに境内の一部が都市計画公園として整備される等、雨水流出の環境条件が悪化し、下水管に対する一時的負荷が増大したため能力が著しく不足する結果となり約4ヘクタールの住宅地の床下浸水被害頻度が高くなり、これの解消のために、当該地域の洪水を一時貯留し晴天時に下水管にポンプ排水するものである。

2. 設置場所

一宮市真清田1丁目大宮公園内

3. 施設規模

○貯留タンク	長60m×巾9m×深4.5m
	貯留容量 2,500m ³
○排水ポンプ	口径 300mm 37kW 能力 12m ³ /分 1台
○導水渠	深1.2m×巾1.2m 延長 220m
○集水口	縦0.5m×横0.6m グレーチング5m間隔に設置

4. 建設費

貯留タンク	65,000千円
ポンプ設備	20,000千円
導水渠	24,000千円
計	109,000千円

5. 建設年度

昭和48年度～50年度（3ヶ年）

6. 浸水概要

○浸水面積	4.0ヘクタール
○浸水戸数	155戸
○浸水回数	4回/年
○浸水時間	3時間/回
○浸水指数	$155 \times 4 \times 3 = 1,860$

7. 雨水流出量および下水管能力

配水面積	12.5ヘクタール
神社境内等	5.0ヘクタール ($C=0.2$)
市街地等	7.5ヘクタール ($C=0.8$)
流出量	$t=15分 \quad i=95$ $Q=1.85m^3/秒$
既設下水管能力	$\phi 700mm$ 2本 $Q=0.45m^3/秒 \times 2本$ $=0.9m^3/秒$
理論不足量	$1.85m^3 - 0.9m^3 = 0.95m^3/秒$

8. 貯留タンク容量決定の考え方

過去の浸水実績から30分降雨継続に対応するものとし、降雨量35mm/30分に設定した。従って、流出絶対量としては $Q=35mm \times (87,000m^2 \times 0.8 \cdots \text{換算値}) = 2,436 \div 2,500m^3$ となる。

従って、計算上はこの流出量から下水管の能力 ($0.9m^3/秒 \times 15分 = 810m^3$) がカットされることになるが、下水管能力については、下水道創設工事における雨水流出量公式が実験式（流出量が少なく算出される型の公式）によって算定し、管渠の断面が決定されている。これがため関連する全排水区域78.5ヘクタールすべての地域について管渠能力が不足し、低地において部分的な浸水が発生している現状からみて、上流部でかつ、低地盤である当区域における下水管能力は、0と想定し、流出絶対量2,500m³を全量貯留するものとして、タンク容量を決定した。

以上

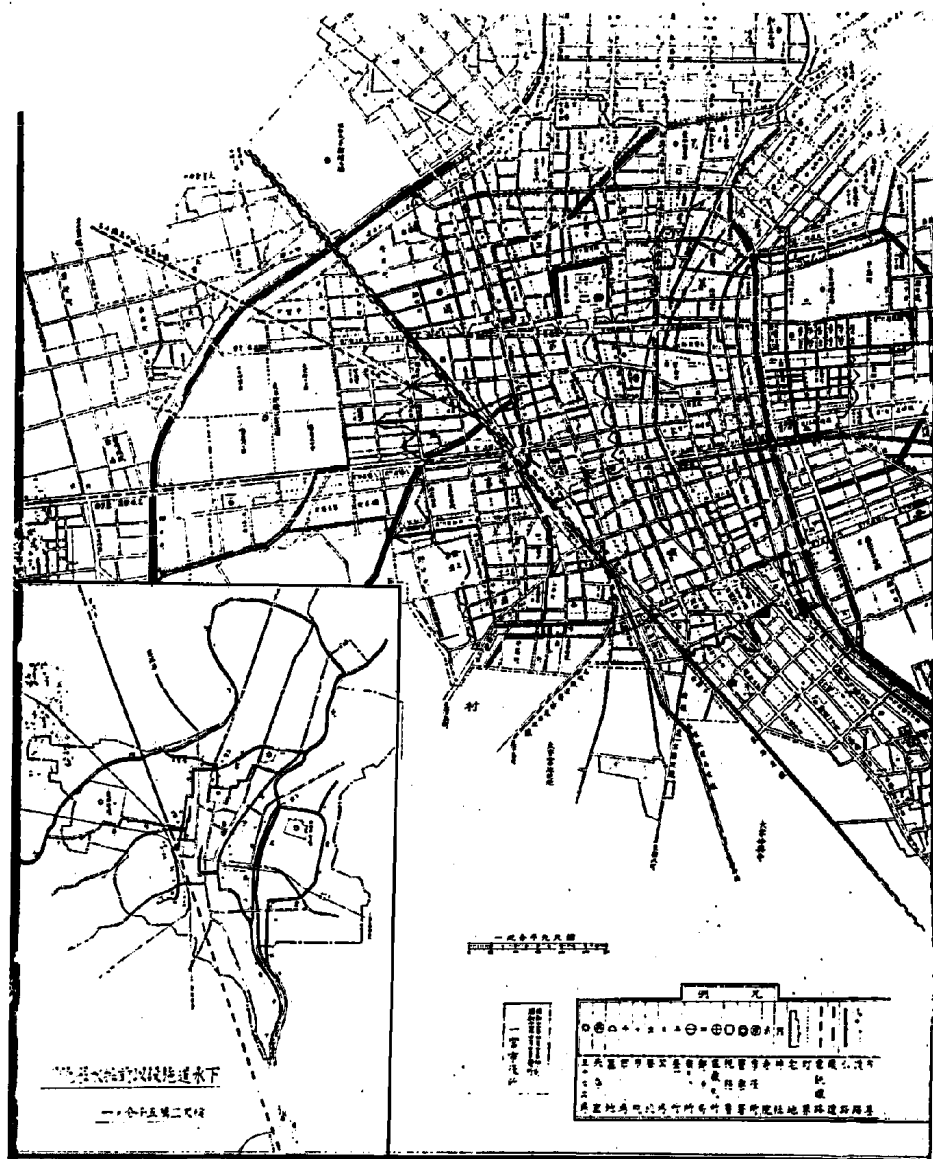


图-1 創設工事完成図

下水道区域图

比例尺 1:10,000

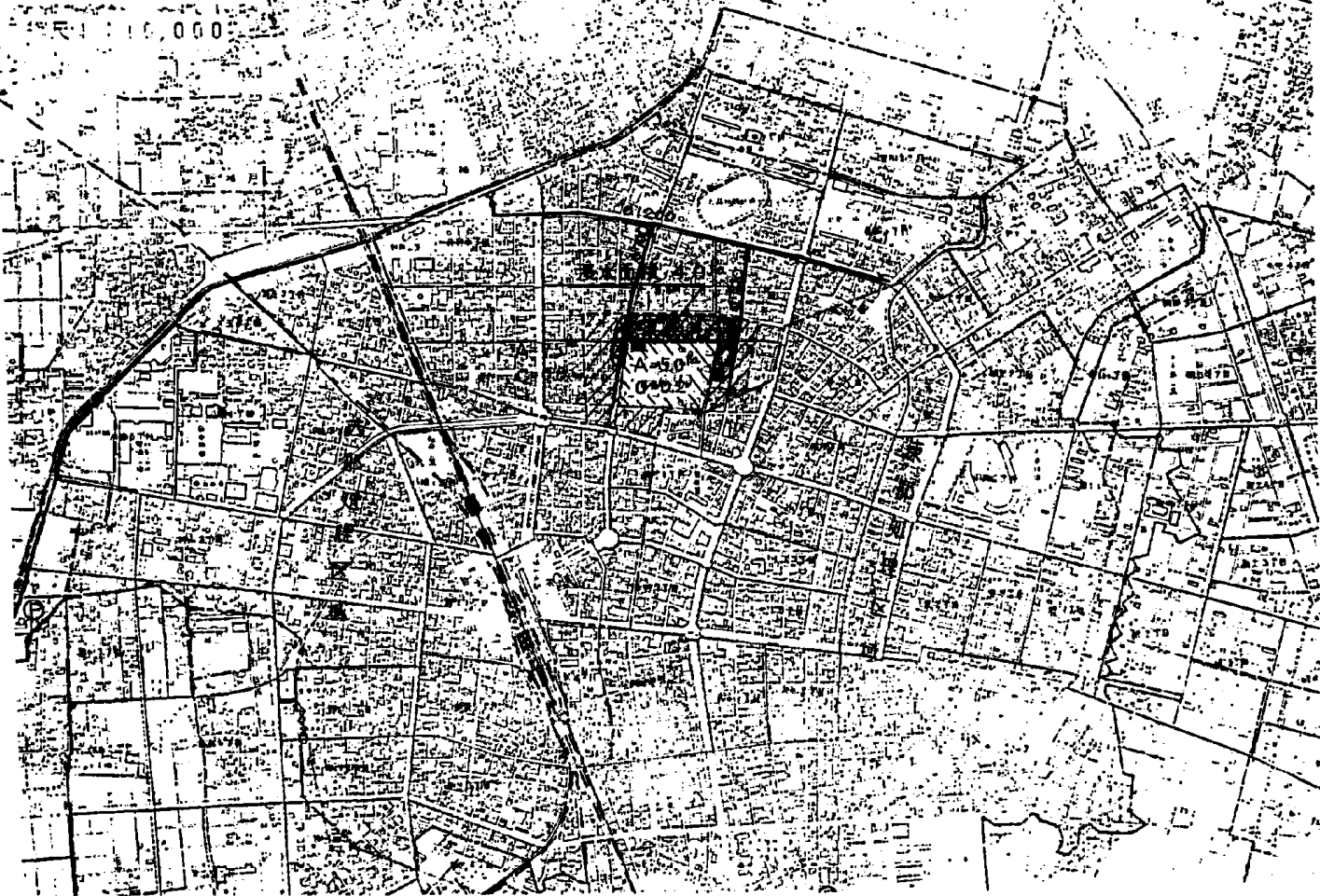


图-2 下水道区域图

大宮貯留槽一般平面図

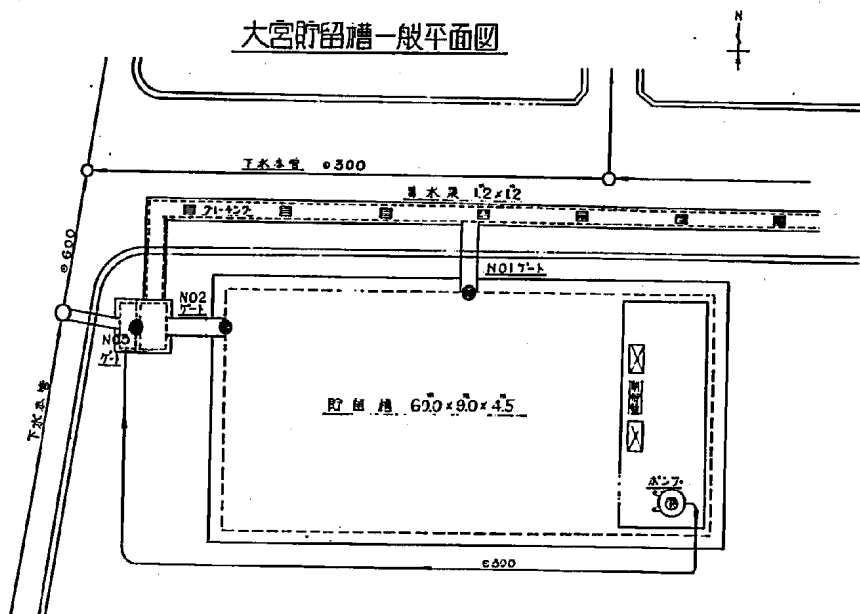


图-3 大富貯留槽

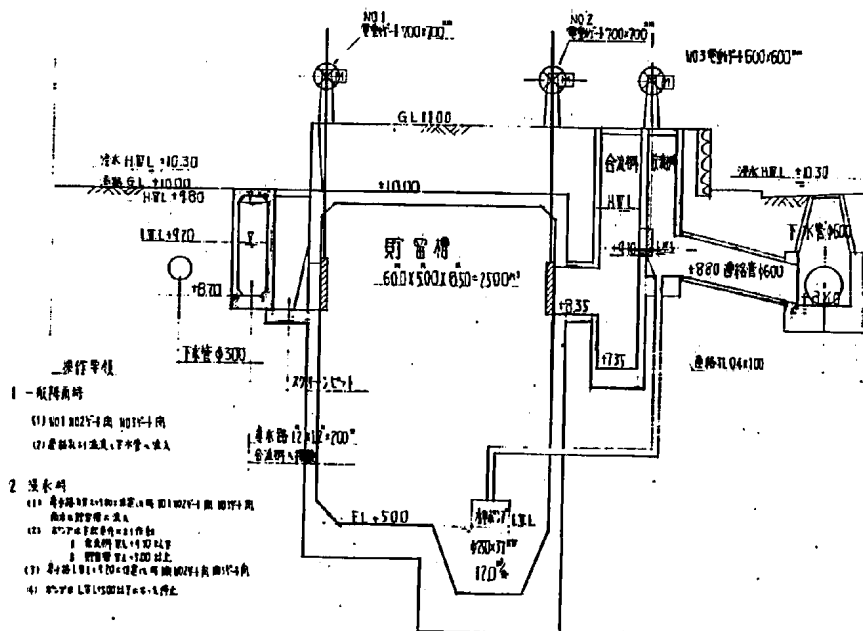


图-4 大宮貯留槽

2.2.2 大阪市天王寺弁天幹線下水道計画の概要

下水道局建設部幹線建設事務所長
北 村 正 夫

1. ま え が き

下水道局では47年度を初年度とする下水道整備新5カ年計画を実施中である。

この計画の重点施策として、

ⅰ 全市域を処理区域にする。

ⅱ 全処理場を高級化する。

ⅲ 既整備地区の浸水を解消する。

ⅳ 水洗便所の普及促進をはかる。

以上4つの大きな目標をかかげて、47年度より51年度迄の5カ年に、1500億円の予算で下水道の整備を行っている。

天王寺弁天幹線は3番目の柱である既整備地区の浸水解消を目的に行う増補幹線下水道計画の中で最大のものである。この計画は大阪市東部地区の浸水を解消するだけでなく、平野川への雨水越流を無くして、寝屋川水系の水量カットの役目と、管内貯留を行って、夜間に処理場へ雨水を送って、浄化する事により、河川汚濁緩和の役目ももたす一石三鳥の効果を期待して行うものである。

2. 天王寺弁天幹線の必要性

上町台地の東側で、平野川にはさまれた地域では、処理区域になっていながら豪雨時に浸水する地域が残されている。特に国鉄環状線に沿った、阿倍野区三好町、天王寺町北、南、美章園地区。天王寺区寺田町、東上町、堂ヶ芝地区。生野区生野西、勝山逆地区。東成区東小橋地区。等の低地では度々浸水がおこっており、47年9月の豪雨では2,220戸が床上下浸水していた、抜本的な浸水対策が急務となって来た。

上町台地は大阪市の中央部を南から南北に半島の様に突き出た高さ約30mの台地であるが、台地の東側に降った雨は、昭和初期迄は丘陵のすそ沿いに通っていた猫間川に流れこみ北流して、平野川に合流していたのであるが、川巾3～5mの浅い川のため、豪雨の度に溢水浸水を繰り返していた。

これの対策として、第三期下水道事業(昭和3年～12年)で、猫間川幹線下水道計画をたて、阿倍野区三好町～東成区玉造間約4.4kmを暗渠化し、その後処理区域とする為昭和32年～36年に、玉造～森町間約1.7kmを暗渠化し、平野川合流点に猫間川抽水所を建設して、雨水排出と、中浜処理場への汚水中継ポンプを備えた。尚、猫間川幹線下水道暗渠だけでは、充分雨水排水に対処出来ないため、途中4カ所に越流会所を設け、桑津、勝山通、細工谷、鶴橋の4越流渠により平野川へ雨水越流水を排除する構造となっている。

昭和30年以降の大阪平野東部における開発の進歩はすさまじいばかりで、従来降雨時の滞水池となっていた田畑、溜池等がどんどん埋立てられて宅地化されたため、寝屋川水系の洪水量は計画量の2倍以上となって来ている。このため支川である平野川の洪水量も多くなり、溢水の頻度も多く、河川管理者は堤防の嵩上、河床の掘り下げ等をはかっているが、下水越流渠への逆流及び流下能力の低下による低地区の浸水は如何ともしがたい状況になって来ている。

この浸水解消の根本策としては、越流渠と平野川の縁を切り、越流渠からの雨水を収集して、直接ポンプアップにより流水断面の大きい大川(旧淀川)へ排水させる以外にないとの判断により、天王寺弁天幹線下水計画がたてられた。

大川へ直接排水する事により、寝屋川水系の流量を約50l/secカットする事になり、又、管体積が大きいので、管内貯留を最大限に利用して、30mm程度の雨水は貯留して、夜間に中浜処理場へ送って浄化する事により、水質汚濁防止にも役立て様とするものである。

3. 路 線 選 定

3-1 ポンプ場の位置

集水面積約1,000haでポンプ容量50m³/秒、揚水高24mの大規模なポンプ場建設用地として、中浜処理場内、現猫間川抽水所、大阪城公園内等について検討をしていたがいずれも難点があり、適地探しをしていたが、東区弁天町の寝屋川に面した所に適地があり、ここをポンプ場予定地として計画をすすめる事にした。

3-2 幹線ルート

約1,000haの雨水を遮集する幹線となると、3～6mの大管径となるため、市員の広い幹線道路下を利用せざるを得ない。

南北の道路として、国鉄環状線をはさんで西側に都島阿倍野線（巾員27m）、東側に豊里矢田線（巾員25m）があり、東西の道路として、片町徳庵線（巾員25m）、築港深江線（巾員40m）、九条深江線（巾員27m）がある。（図-1参照）

これらの都市計画街路の下へ幹線を入れる事にして、ABCの3ルートについて比較検討を行った結果、早期着工が出来て経済的なCルートを採用する事にした。（表-1）

3-3 排流渠ルート

弁天ポンプ場は寝屋川に接しているの、直接寝屋川へ排流すれば簡単であるが、寝屋川は流水断面が小さく洪水量が増大しているの、洪水の緩和策ともするため、本幹線は流水断面の大きな大川（旧淀川）へ排流する事にしている。

排流渠ルートとしては、寝屋川を斜に横断して、民地下を通り、京阪電鉄高架下をくぐって、毛馬桜の宮公園へ出て、大川へ排流するルートを予定している。

4. 設計諸元

4-1 基本方針

本計画は、先に述べたように、“浸水解消”“河川浄化”“洪水量カット”等の目的を達成

しようとする増補幹線であるので、

- a. 既設下水管は最大限に利用する。
- b. 平野川への越流はすべて廃止し、全量を遮集し、ポンプ揚水して大川へ排流する。
- c. 本増補幹線には雨水だけとする。
- d. 浸水箇所は完全に解消する。

以上4つを基本的な考え方として、諸計画をたてている。

4-2 下水の排除方式

基本的には大阪市の現行方式通り、合流式とし、汚水は従来通り猫間川幹線に流し、降雨時の越流水のみを本幹線にとりこむ。

4-3 雨水流出量

a. 降雨強度

$$R = 60 \text{ mm/hr}$$

b. 流出係数

従来大阪市では地域により、0.5～0.7を採用しているが、本計画では、C=0.8として、尚0.2の余裕を見込んでいる。

5. 管径及び計画縦断

管径設計に当っては、前記設計諸元により3Q_s（晴天時汚水量の3倍量）は既設の猫間川幹線にとり、越流会所よりの越流水のみを本幹線によるものとして計算を行った。

その結果の管径及び計画縦断を図-2（略）に示す。

6. 弁天ポンプ場の計画

6-1 立地条件

前述の様に、ポンプ場は弁天町の西端に予定

表-1 各ルートの比較

問題点 ルート	都市計画街路の条件	地下鉄 千日前線	地下鉄 中央線	平野川の橋 梁との交叉	片町徳庵線 と環状線の 交叉	中浜処理場 への連絡	既設溢流渠 との連絡	曲 折
Aルート	都島・阿倍野線…拉市済 片町・徳庵線…買収済	鶴橋駅で下 越し、深く なる	森の宮駅で 下越し、深 くなる	弁天新橋の 基礎は避け れる	影響なし	送水距離が 長くなる	送勾配のた め新設の要 があり	1ヶ所
Bルート	豊里・矢田線…1部未買収 片町・徳庵線…1部未買収	線路部シー ルドで上越 し出来る	線路部シー ルドで下越 し、Aより 深くなる	下城見橋の 基礎に当り 迂回出来な い	立体交叉工 事との施工 上問題があ る	送水が容易	連絡が容易	1ヶ所
Cルート	豊里・矢田線…既設 九条・深江線…既設 都島・阿倍野線…既設 片町・徳庵線…既設	線路部シー ルドで上越 し出来る	森の宮駅で 下越し、深 くなる	弁天新橋の 基礎は避け れる	影響なし	送水距離が 長くなり、 送管悪い	連絡が容易	3ヶ所

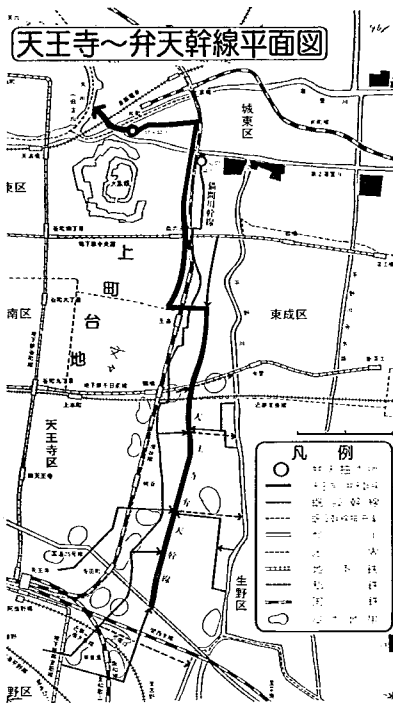


図-1 天王寺～弁天幹線平面図

しているが、ビジネスセンターの一隅の公園用地という事で、維持管理上、騒音、臭気、大気汚染等に配慮するだけでなく、周辺建造物、大阪城公園等との対照から景観上にも充分な配慮を要する。

ポンプ井が地下2.9mと非常に深いので、殆ど地下施設とし、地上へ出る部分は出来るだけ少くして、上部は公園形態にする予定である。

6-2 ポンプ場計画諸元

- 計画排水面積 1213 ha
- 計画排水量 $50 \text{ m}^3/\text{sec}$
- 雨水ポンプ形式 立軸渦巻 $\phi 2000$ 5台
- 動力 ガスタービン発電方式

6-3 施工計画

弁天ポンプ場は巾50m、長105m、深33mの大規模構造物となり、三方が川に面しているため、その施工法については慎重に検討を行

っている。

施工法として

一 函式圧気ケーソン工法

二 函式圧気ケーソン工法

地中連続壁逆巻工法

の三案にしばって検討中である。

7. 排流渠施工計画

ポンプ場からの排流吐口は、大川に面した毛馬桜の宮公園に設けるものとして、検討を行っているが、吐口ゲート室を連続壁又は圧気ケーソンで施工して、これをシールド堅坑に利用して、排流渠は仕上り内径 $\phi 5500$ のシールドで施工する予定である。

8. 幹線管路部の施工計画

8-1 シールド工

幹線管路部は交通頻繁な都市計画街路の下へ入れるため、全線シールド工法を採用する。

仕上り内径は $\phi 3000 \sim \phi 6000$ で、土被は4.0m $\sim$ 20.0mとなり、貫通地盤は上町台地の丘陵すそのため、大阪層群の砂、シルト、粘土の互層の中を掘り進む事になり、地層の乱れは激しく、地下水位差も15m以上になる所も予想される。

シールド機械は、地層の乱れが激しいので掘削機併用の手掘シールドとし、最小曲線半径が200mの所もあるので、出来るだけ機械長の短い設計としている。

セグメントは、鉄筋コンクリート製とし、径に応じて6 $\sim$ 8分割のボルト締結を標準としている。

8-2 堅坑の施工計画

各堅坑は、施工の際には、シールドの発進、到達、転換に使用し、将来は流入準幹線の合流会所とするだけでなく、維持管理上の出入口、材料搬出入、換気口となる構造物とするので、夫々、形体、立地条件、土質に適合した施工法を検討中である。表-2にその概要を示すが今後詳細検討のうえ実施設計を行う。

8-3 他構造物との立体交差

本計画は市街地を約7kmにわたって、南北に縦断して施工するので、他の構造物との立体交差が非常に多い。主なものをあげれば、

大川護岸。公園施設。京阪高架線。寝屋川。

表-2 堅 坑 概 要

名 称	用 途	寸法(内法)			施 工 法
		巾	長	深	
弁 天	その1シールド転換, 管理出入口	米	米	米	掘 米
		10.60	21.90	26.60	連続壁(巾80 長33.5)
森の宮	その1, その2シールド発進, 管理出入口	9.10	21.50	28.80	圧気ケーソン(深32.5m)
玉 造	その2シールド転換	7.60	9.60	26.80	上部モルタル杭柱列, 下部路下圧気ケーソン
中道(1)	その3シールド発進, 吸気口	8.30	8.30	17.40	モルタル杭柱列, 道路中央占用
中道(2)	その2シールド到達, 合流会所	8.50	24.00	25.00	上部モルタル杭柱列, 下部連続壁
猪飼野	その3シールド到達 合流会所 その4シールド到達	14.00	17.70	12.30	モルタル杭柱列
勝 山	その4, その5シールド到達, 合流会所	12.50	13.50	10.60	H杭横矢板
林 寺	その5シールド発進	5.50	6.00	10.70	H杭横矢板

第二寝屋川。弁天町新橋。

地下鉄中央線森の宮駅(阪神高速東大阪線)。国鉄環状線玉造駅北。地下鉄千日前線。近鉄奈良線。近鉄大阪線。

等があり, いずれも重要な構造物ばかりなので, 影響を与えずに工事をすすめるための防護工法としては, 立地条件, 土質等を充分勘案した施工法を採用して, 細心の注意力をはらって施行しなければならない。

9. おわりに

天王寺弁天幹線計画の概要をのべたが, すでに48年12月より準備工事が始められ, 50年2月からφ6000シールド2基が掘進を開始している。

しかし, 今後この計画を進めていく上で幾多の問題が残されている。例えば施工上の問題点として, 立体交差する各種構造物の防護工法, メリットの少い沿道住民への協力要請, 又維持管理上の問題点としては, 初期雨水の汚濁対策を考慮してのポンプ場の効率的な運転方法や, 深い地下室でのポンプ運転職員の保安保健対策, 深層トンネル内の維持管理方式等, 今後充分検討し, 解決して, 所期の目的を達成したい。

< 参 考 >

天王寺弁天幹線工事概要

- (1) 総事業費
約350億
- (2) 工事期間
昭和48年～昭和55年
- (3) 工事進捗率(52.10.末)
弁天抽水所工事
事業費 175億の内 11%
天王寺弁天幹線
事業費 175億の内 47%
全体計画では約29%の進捗率である。

2.2.3 富士川における雨水貯留の計算例

これは, 上記河川の流域で現地貯留を行うために, 松戸市が, 三井共同建設コンサルタントに発注した「利根川水系富士川雨水貯留事業」昭和53年2月の水理調書をまとめたものである。本資料は松戸市の御好意によりここに掲載させていただいた。

1. 概 要

松戸市小金原周辺の富士川流域は常盤線の沿線であり近年, 首都圏のベッドタウンとして急激な宅地化により降雨時における流域の貯留機能保水機能が著るしく低減し下水道の整備によ

表－１ 昭和５０年降雨による被害調べ

松戸市土木部													
年月日	原因	降 雨 量				被害の状況						見舞金 支 給	備 考
		合 計		時 間 (最多量)		住 宅		店 舗	道 路	その他	総 数		
		日時 (場所)	m/m	日 時 (場所)	m/m	床 上	床 下	事務所					
50. 3. 20 (木)	低気圧の通過	3. 20 16時～ 3. 21 7時	56.0			戸 6	戸 13	戸			世帯 4	大雨注意報	
4. 21 (月)	低気圧の通過	4. 21 0時～ 4. 22 0時	75.0			4					4	大雨注意報	
5. 27 (火)	雷 雨	5. 27. 14時～ 同14時30分	8.0	5. 27. 14時～ 同14時30分	8.5	13	160	9	5	1	11		
7. 4 (金)	前線による大雨	7. 3. 22時～ 7. 4 16時	92.5			2	52	1	22	9	2	大雨注意報 洪水注意報	
7. 21 (月)	雷 雨	7. 21. 13時30 分～同15時	78.0	7. 21. 13時30 分～同14時30分	67.0	145	298				137	大雨警報	
8. 6 (水)	雷 雨	8. 6. 18時30 分～同19時	16.0				6						
10. 5 (日)	台風13号	10. 5. 11時30 分～同21時	86.4	10. 5. 15時～ 同16時	25.0	18	67	2	9		18	大雨注意報	
11. 7 (金)	低気圧の通過	11. 7. 0時～ 同11時	104.5	11. 7. 10時～ 同11時	15.5	28	167	15	23		28	大雨警報 洪水注意報	
計						216	763	27	59	10	204		

り洪水到達時間が短縮し、流出量を増大している。

このため、河川が氾濫し、隣接する住宅地に浸水被害を起こしているのが実状である。表－１は、昭和５０年における被害調べであるが、雷雨程度の雨でも被害が頻発しているのがわかる。また図－１に昭和５０年７月２１日の浸水地域を示した。

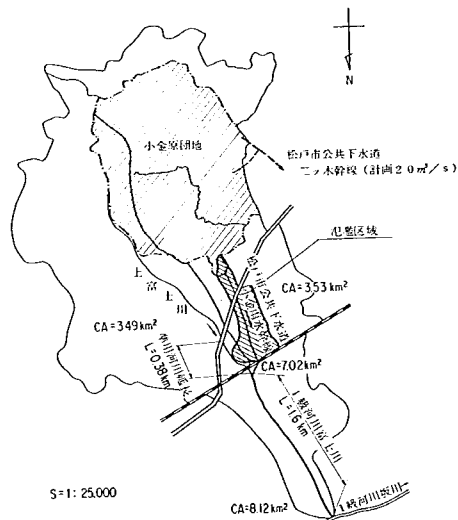
この対策として河川改修を中心とする治水対策は、用地の取得難等により、困難さを増している。こうした状況で、公園等の公共用地を利用した現地貯留事業をこの地域に適用することが考えられた。

2. 流域及び河川の概要

流域は図－１のとおりであり流域面積は8.12 km²である。河川は、小金雨水幹線と上富士川が国鉄常磐線の下で合流した後、富士川となり坂川に合流している。小金雨水幹線及び上富士川の標準断面、流下能力は図－２のとおり。

3. 対象降雨

対象降雨は、柏の雨量を解析した、３年確率降雨（１時間強度30mm）及び10年確率降雨（１時間強度50mm）を用い、中央集中型降雨を用いた。降雨強度は、図－３のとおり。これ以降これらをそれぞれ30mm強度、50mm強度



図－１ 流域概要

と名づける。

4. 雨水貯留施設と地域特性

小金原周辺の雨水貯留施設として利用可能と考えられる公園を選定するため、現地路査を行い表－２に示した公園を選んだ。選定基準は

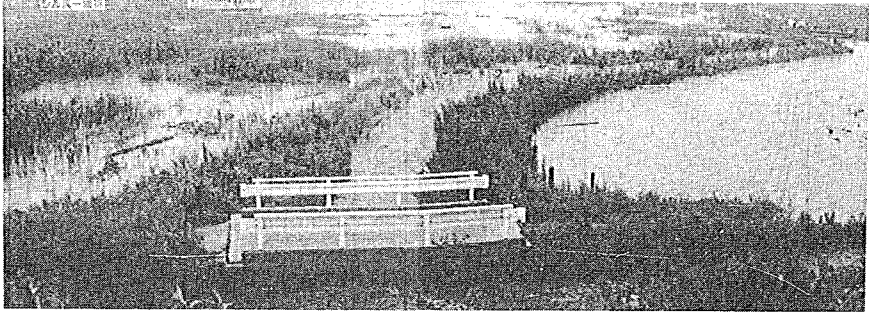
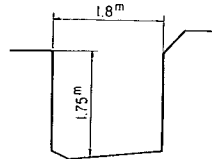


写真-1 常磐線より富士川下流 S. 50. 7. 21



写真-2 常磐線より富士川上流
S. 50. 7. 21

上富士川 $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$
 $I = 1/5350$



小金幹線 $Q = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}$ $q = 2.5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$
 $I = 1/430$

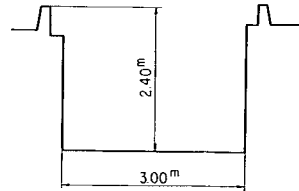


図-2 現河道流下能力

表-2 雨水貯留池の諸元

名 称	集水面積 A (ha)	貯留可能量 V (千 m^3)	貯留地面積 α (㎡)	底 高 (TPm)	道路高 (TPm)	管底高 (TPm)	調節水深 h (m)
ペンギン公園	53.6	13.5	5,566	15.50	18.40	14.20	2.90
小金原公園	11.1	10.5	8,501	23.40	24.70	22.40	1.30
うぐいす公園	21.1 (85.8)	7.6	3,256	12.50	15.40	11.65	2.90
ユーカリ公園	73.4 (254.7)	17.1	6,399	8.85	11.10	8.85	地上 地下 1.9 + 3.1
小 金 公 園	21.1	8.6	4,828	10.30	12.30	—	2.00
計	275.8	57.6	28,550				

(ユーカリ公園のVは6100 m^3 が地下貯留分)

注 ① 底高は雨水管の管底以上とし、天端は道路高とする。

② 法面勾配は1:2とし、ブロック張の護岸とする。

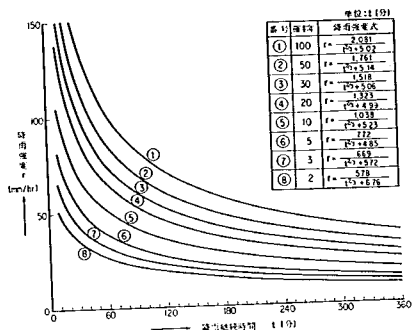


図-3 確率降雨強度曲線図 柏(気)

1) 貯留に必要な広い面積をもつこと。2) 地形上、自然流入、自然排水が可能なこと。3) かなり広い流域面積があること。4) 公園の施設上貯留が可能なこと。である。施設の概要図は図-4のとおりである。公園の現地盤からの掘下げを行う。

これらの公園の集水可能な面積および洪水調節効果の検討に用いるために分割した各区分域の内訳および不透透面積率、流路延長等の諸元は表-3のとおりである。また図に示した二ツ木幹線の完成は、これらの貯留施設の完成よりも早いと考えられる。

5. 洪水調節効果の計算方法

5-1 対象降雨

対象降雨は、3で示した30mm強度、50mm強度を用いた。

5-2 有効雨量

有効雨量は修正RRL法において用いられる損失モデルを採用する。

5-3 流出計算

流出計算は貯留関数法を用いる。貯留関数法の定数は流出試験地の解析結果より求められたもので、次のとおり。

$$K = 2.0$$

$$P = 0.6$$

$$f_1 = 1$$

表-3 分割流域別流域特性一覧表

流域 No.	流域面積 CA (ha)	不透透 面積率 Imp(%)	流路延長 L (m)	洪水 到達時間 Te (分)
①	53.6	33.8	1,370	18
②	21.1	41.5	880	14
③	11.1	23.6	840	14
④	73.9	31.6	1,130	16
⑤	21.6	41.5	515	11
⑥	21.4	41.5	625	12
⑦	52.0	41.1	1,330	18
⑧	44.5	40.9	860	14
⑨	21.1	40.9	610	12
⑩	17.4	40.9	370	10
⑪	15.5	40.9	960	15
⑫	28.9	46.1	1,450	19
⑬	126.2	18.4	1,800	22
⑭	144.3	21.8	1,420	19
⑮	49.7	20.2	895	14
⑯	110.4	19.7	730	13

$$T_e = t_1 + t_2$$

$$t_1 = 7 \text{ 分}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \cdot v} \quad v = 2.0 \text{ m/s}$$

5-4 貯留施設における洪水調節計算

洪水調節計算は、穴あきダム方式とし、連続の式及びオリフィスからの流出式を用いて計算した。すなわち次のとおり。

$$\frac{dv}{dt} = Q_i - Q_o$$

$$Q_o = C_a \sqrt{2gh}$$

$$Q_i ; \text{流入量 (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_o ; \text{流出量 (m}^3/\text{s)}$$

$$C ; \text{流量係数 (0.6)}$$

$$h ; \text{水深 (m)}$$

$$a ; \text{オリフィスの断面積 (m}^2\text{)}$$

なお、洪水調節は雨水管容量の50%から開始するものとし、それ以下の流量については、

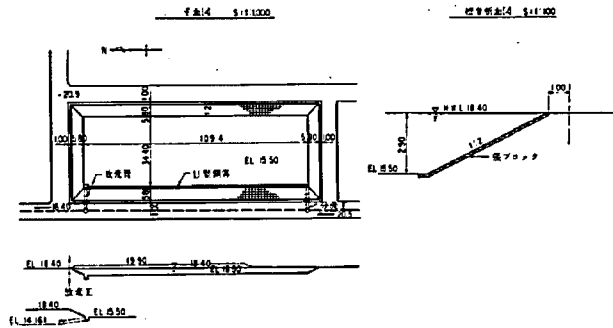


図-4(1) 雨水貯留地 (ペンギン公園)

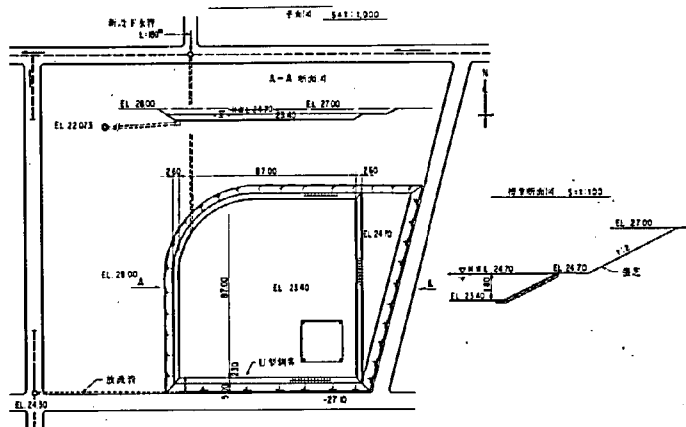


図-4(2) 雨水貯留地 (小金原公園)

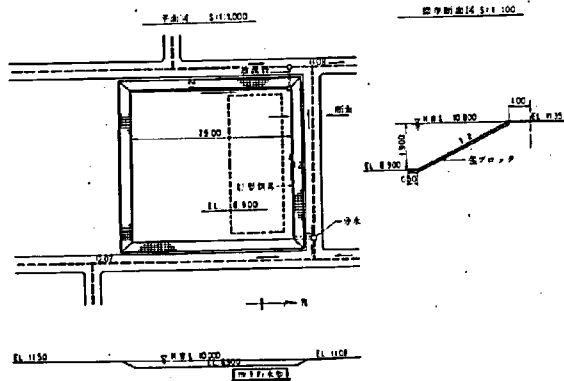


図-4(3) 雨水貯留地 (ユーカリ交通公園)

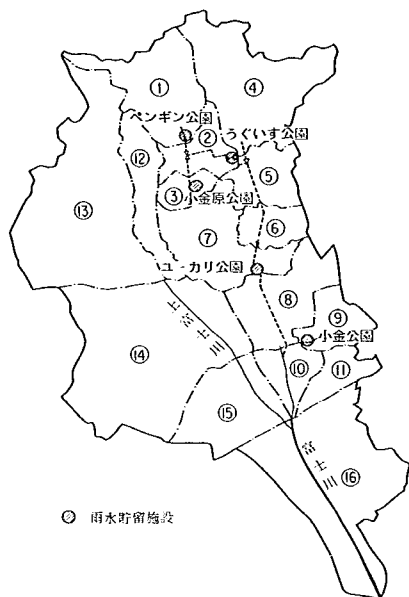


図-5 流域分割図

そのまま流下するものとした。また、洪水調節容量を超えて流入した流量は、そのまま流出させることにした。図-6に各貯留施設の特徴を示した。

流出計算及び洪水調節計算の計算時間間隔はそれぞれ10分で行った。

5-5 洪水調節効果の計算ケース

検討ケースとして以下の4ケースの流域条件による流出計算を行った。

ケース1 現状及びニツ木幹線完成

ケース2 将来(雨水貯留5ヶ所完成、ニツ木幹線による $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 流域変更、北小金排水区 28.9 ha を上富士川流域へ)

ケース3 ユカリ公園の雨水貯留+ニツ木幹線が完成

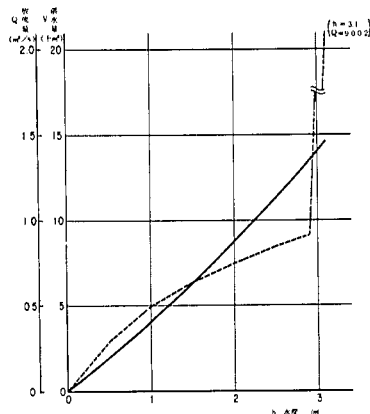
ケース4 ユカリ公園+小金公園の雨水貯留+ニツ木幹線が完成

6. 検討結果

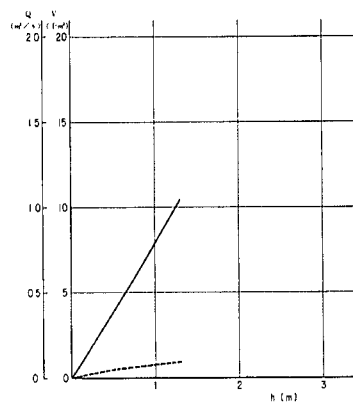
検討結果をまとめたものが表-4である。また、小金雨水幹線における流量を示したものが

図-7である。

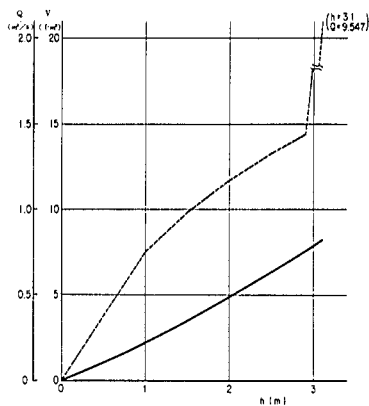
以上によると 50 mm/hr の場合は、ペンギン公園、うぐいす公園、ユカリ交通公園で越水が生じるもののニツ木幹線の完成と相まって、小金雨水幹線で暫定計画 0.34 倍、将来計画で 0.26 倍となることがわかった。しかし、対策後でも流下能力 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ を上まわっているので 50 mm/hr に対処するためには、さらに対策が必要である。 30 mm/hr の場合は、各公園共越流は生じず、小金雨水幹線の流量も流下能力を下回っている。



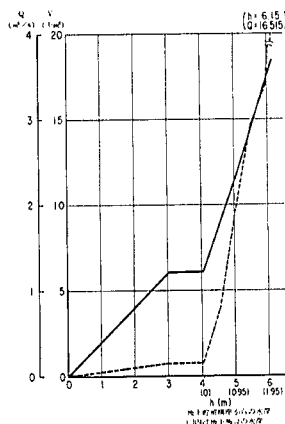
(1) ペンギン公園



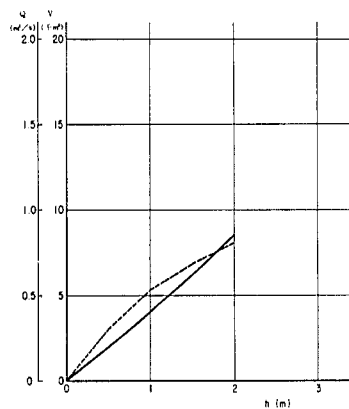
(2) 小金原公園



(3) うぐいす公園



(4) ユーカリ交通公園



(5) 小金公園

— h-V 流量
— h-Q 水位

図-6 各貯留施設の水利特性

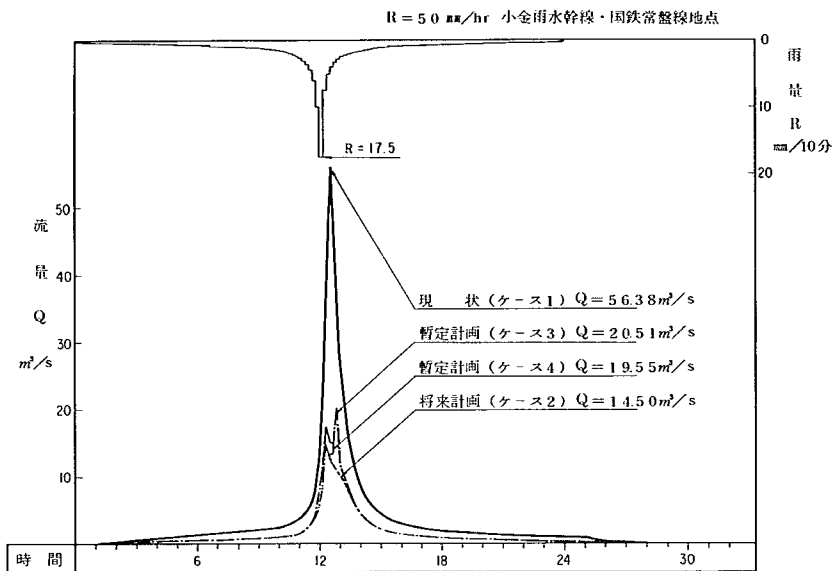


図-7 (1) 流出ハイドログラフ ($R = 50 \text{ mm/hr}$ 小金雨水幹線・国鉄常盤線地点)

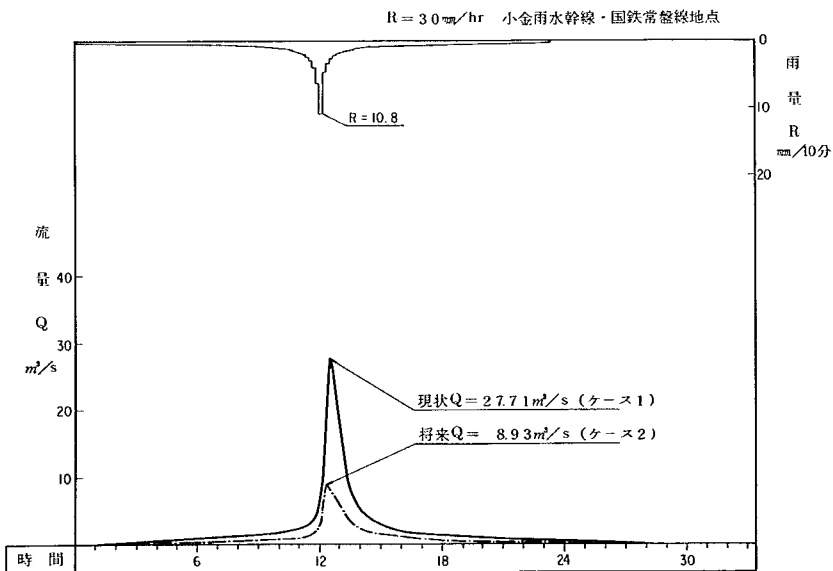


図-7 (2) 流出ハイドログラフ

表 - 4 (1) 計算結果一覧表

(R = 50 mm/hr)

注) ユーカリ交通公園の水深の欄の () 内は上部貯留施設での水深

地 点 名	計算番号	現 状 ケース 1		将 来 計 画		暫 定 計 画			
		流域変更前		流域変更後		ケ ー ス 3		ケ ー ス 4	
		上段：流入量	上段：流入量	上段：流入量	上段：水 深	上段：流入量	上段：水 深	上段：流 入 量	上段：水 深
		下段：流出量	下段：流出量	下段：流出量	下段：調節容量	下段：流出量	下段：調節容量	下段：調節容量	下段：調節容量
ペンギン公園	2・3 5	9.54	9.54	9.54 5.76	3.00 14.000	9.54		9.54	
小金原公園	9・10 12	1.92	1.92	1.92 0.07	0.75 5.900	1.92		1.92	
うぐいす公園	14・15 17	14.06	14.06	7.18 7.17	3.01 7.950	14.06		14.06	
ユーカリ 交通公園	32・33 35	45.18	19.88	12.48 5.79	5.19(1.14) 12.400	19.88 14.03	6.09(2.04) 18.050	19.88 14.03	6.09(2.04) 18.050
小 金 公 園	39・40 42	3.82	3.82	3.82 0.81	2.00 8.590	3.82		3.82 0.81	2.00 8.600
小金雨水幹線 国鉄、常磐線	45	56.32	31.07	14.50		20.51		19.55	
上富士川 国鉄、常磐線	53	46.06	51.37	51.37		51.37		51.37	
坂川合流点	56	110.04	91.04	72.43		75.27		72.93	

将来計画 流域変更実施、雨水貯留施設5ヶ所施工

暫定計画 ケース3 流域変更実施・ユーカリ交通公園施工

ケース4 流域変更実施・ユーカリ交通公園・小金公園施工

表-4(2) 計算結果一覧表

(R = 30mm/hr)

地 点 名	計算番号	現 状 ケース 1		将 来 計 画	
		流域変更前	流域変更後	ケ ー ス 2	
		上段：流入量 下段：流出量	上段：流入量 下段：流出量	上段：流入量 下段：流出量	上段：水 深 下段：調節容量
ペンギン公園	2・3			4.51	1.65
	5	4.51	4.51	1.48	12.000
小 金 原 公園	9・10			0.87	0.43
	12	0.87	0.87	0.05	3.280
うぐいす公園	14・15			2.75	1.23
	17	6.91	6.91	2.00	2.800
ユ-カリ 交通公園	32・33			6.24	1.85 (0.0)
	35	21.60	6.24	3.45	3.600
小 金 公 園	39・40			1.86	1.05
	42	1.86	1.86	0.55	4.270
小金雨水幹線 国鉄常磐線	45	27.71	12.36	8.93	
上富士川 国鉄常磐線	53	22.00	24.63	24.63	
坂川合流点	56	53.78	41.06	36.99	

将来計画：流域変更実施・雨水貯留施設5ヶ所施工

注) ユ-カリ交通公園の水深の欄の()内は上部貯留施設での水深を表わす。

2.2.4 アメリカの都市河川洪水処理2例

土木技術資料
Vol. 13' No 8

筆者は昨年3月末から一年間、米国ボストンのマサチューセッツ工科大学(M. I. T.)に留学させていただき、本年3月末帰国したところである。そこでなにか小文ということであるが、これまで数回にわたりアメリカの大学については紹介されているので新味に乏しく、現在

の時点を反映させてアメリカの水質行政等について触れられれば一番よいのであろうが、私には少し情報不足のきらいがあるので、少し時間をいれと、今回はいくらか毛色のかかった都市洪水処理法2例を紹介して、これにかえることにした。紹介する2例とは、シカゴの地下大貯水池計画とBostonの河口貯水池+ポンプ排水計画である。

1. シカゴの地下大貯水池計画(ディーブタネルシステム)

シカゴの場合、かならずしも洪水対策が主なる

目的ではないが、とっている手法が地下貯水池であり、しかもその規模が相当大きく、加えて深さも地下240mのところにつくるといふものなので紹介することにする。

まず話をアメリカ全体から始めなければならないが、河川の水質汚濁について日本より早くさわぎだしたアメリカでは、昨今下水道はほとんど分流式でつくられている。しかし初期の下水道がほとんど合流式でつくられていたため、たとえば新しい町であるロスアンゼルスでは100%分流式なのであるが、東海岸やシカゴ等の古い町ではその多くが合流式の部分をもっており、雨天時これから排出される汚水が河川等を汚染し、問題化しているわけである。現在アメリカでは分流式が6割で、合流式が4割に残っているとのことである。

さて次にシカゴの場合であるが、この合流式下水道の部分300 miles² (768 km²)もある。もう一つの問題は、ご存知の方も多いと思うが、日本での諏訪湖、琵琶湖湖南湖と同じようにMichigan湖の汚濁が最近急速に進んだため、1964年ごろには排水河川の河口部にせきを設け加えて流域変更することにより、ある程度以下の洪水では湖に流れないようにして、湖の富栄養化を防ごうとしたのであるが、進行する都市化による流量増のため、洪水による被害の増大、湖への流入頻度の増加となり、なんらかの対策が必要となって来た。しかしながら現有合流式下水道を分流式に変更することは、既成市街地では費用もかさむ上、交通等への影

響ははかりしれないものがあるため、その対策に悩み、案出されたのが本地下貯水池計画なのである。

前置きが長くなったが、代替案との比較、洪水流入等のシミュレーションを行なってきた構造規模の示様を以下に示す。模式的には図-1ようになるが、(数字は1968年当時のもの)

地下貯水池 貯水量 $4.3 \times 10^7 \text{ m}^3$
 地上貯水池 貯水量 $5.5 \times 10^7 \text{ m}^3$
 高速流トンネル 延長 1820 km
 集水シャフト 45 m ~ 230 m 降下し、
 流域内400点ある。
 揚水ポンプ 揚水量 $933 \text{ m}^3/\text{s}$ (85 m³/s
 11基) (発電可能) 揚程
 257 m
 発生電力 1,500,000 Kw ~ 8 hrs
 (使用貯水池容量約 $2.5 \times 10^7 \text{ m}^3$)

地下貯水池内沈殿池用ポンプ
 $8.8 \text{ m}^3/\text{s} \times 4$ 基

新設処理場能力
 $1.21 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ (14 m³/s)

全費用 1.070×10^6 dollar

すなわち機能として、まず洪水時雨水吐に入
 った水は、垂直シャフトから高速流トンネル
 (high velocity conveyance tunnel)
 を流れ、地下貯水池内沈殿池を経て、地下貯水
 池に貯留される。大洪水の際はポンプにより地
 上貯水池 (Surface reservoir) に送られ、

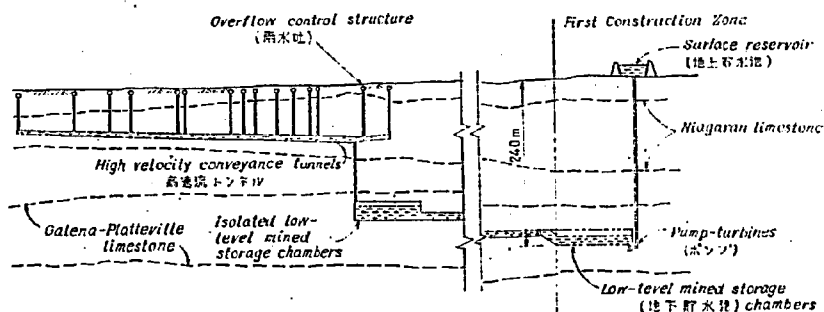


図-1

あとは、たまった水処理しながら河川に排出するというものである。また平時は、地上貯水池より地下貯水池に水を流して発電し、夜間余剰電力により揚水するというサイクルを繰り返すわけである。

利点としては、まず第一に既成市街地で工事をしなくてよいこと、通常問題になるヘッドが十分とれること、勾配が十分とれるため水路内の汚物の堆積の心配がないこと、発電が可能になること、発電の際バックに期待がかけられること、などが挙げられよう。

さて洪水対策としてであるが、報告書には計画年については触れていないので、二、三の数値で検討を加えてみよう。まず貯水池容量は流域768 km²について換算すると125 mm、発電分をひくと94 mm程度になる。

次に過去96年の洪水の最大のものが1954. 10. 8の210 mmが最高であるので、流出率を考慮してもこれは入りきれない。次にもう一つ考えなければならないことは、既設下水道を用いて集水するので、これが集水能力のネックになる。流下能力としては既設下水道が強雨時圧力下水道になるとして、その設計の35%増流させるとし、これが13 mm/hr という高速流トンネルの設計基準になっている（第一時建設区域では下水道が普つくられたためか7 mm/hrとされている）。しかし流出解析計算では、流下能力以上の流出の一部は地表上にためられ、降雨流下能力以下になったとき徐々に流下するとしているので（シカゴが平坦なためと思われる）、相当の処理能力がみこまれることになっているようである。解析結果によれば第一次建設地域（現在着手中）で雨水吐から河川に排出される回数は、96年中12回となっている。

2. ボストンチャールズ川河口せき計画

ここで紹介するのは河口部にせきを作り、洪水の一部を貯留し、満潮時にはその一部をポンプで排水するという計画であり、それほど目新しいものではないが、日本でも高潮およびそのバックを考慮して堤防がすでに作られたところでは、相当の貯留量が期待できるのではないかと（水質の配慮は必要）というわけで概要を紹介しておく。

チャールズ川の流域は面積が794 km²であるが、そのほとんどが平坦部を流れるため、流出は非常に小さい。河口部付近はもと海が侵入していたところを埋めたところであり、河口から16 kmもいくと河幅は330 m以下になるのに対して河口から11 kmぐらいは約600 mもある。バック・ベイと呼ばれているが、これ

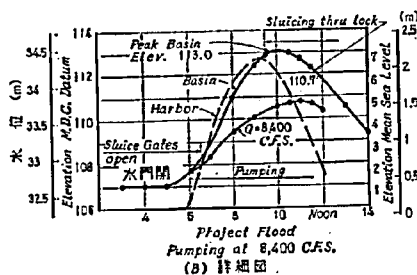
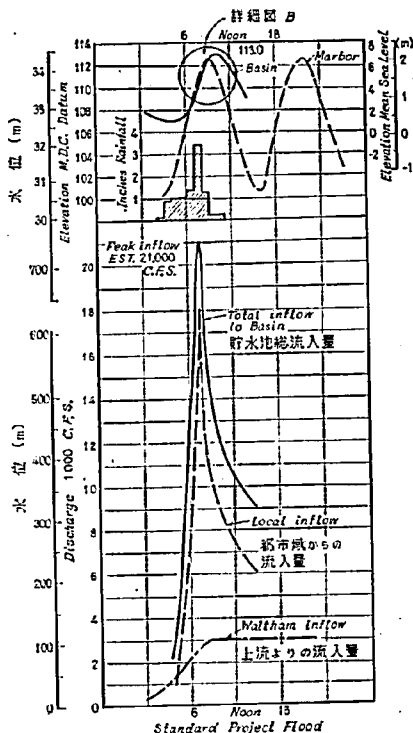


図-2

をヨット場などとしても利用するべく、すでに1910年ごろに作られた河口ぜきがあり、現在冬はスケート、夏はヨット場などにさかんに活用されている。それゆえ河口ぜき自体は、新しいものではない。

本ぜきの新設される主な理由としては、都市化による流出の増加とヨット等の船舶の通過頻度が増加したために現ぜきの能力では不十分になったこととされている。

実績洪水をもとに流出解析を行なって求めた計画洪水は、ピーク流量740 m³/s、半潮汐6時間の平均で530 m³/s (体積にして1.45×10⁶ m³) 程度のものである。なお計画洪水としては、ピーク流量の大きさよりも体積本位に求められたものであり、降雨量としては100年降雨の1.2倍、流出としては1.5倍程度とのこ

となので200年程度のものと判断される。これを貯水容量5.0×10⁶ m³ (水面積6.3 km²×0.8 m (2.7 ft)) とポンプ300 m³/s (75 m³/s×4基、体積にして6.5×10⁶ m³) で処理することになったのである (図-2)。

決定された諸元は以下のようである。

ポンプ 75 m³/s 4基

閘室幅 7.6 m×長さ 61 m 2門

閘室幅 12.2 m×92 m 1門

これまで13.7 m×120 m 1個の閘門を3個にふやし通船ラッシュ時にあわせて有機的に使おうというものである。

あと一、二のトピックスを追うと、1) 流出解析の結果によれば、計画出水ピーク時の流量のうち下流150 kmの都市部から流出の寄与が90%程度であったこと、2) 1910年当時

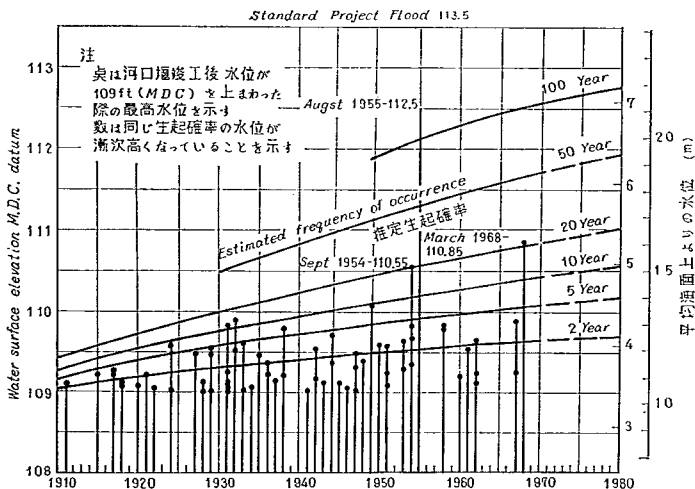


図-3

の集中時間が3~4日であったのが、数時間に縮ったこと、3) これまでの河口ぜき上流での水位と降雨の資料から、都市化の傾向が図-3のように表わせたこと、4) 閘門よりの塩水の浸入防除にはポンプを使って排出すること、また5) やはり合流式下水道区域の雨天時下水については別途計画により5年降雨までは一部を貯留処理し、他の一部もまた処理場へ分流して

処理することである。

おわりに

以上、都市洪水対策2例について簡単な説明を加えた。いずれの方法が、日本に有効なのは、おかれている条件によって異なると思われるが、種々の方法を適用検討して、将来手もどりのないようしておかねばならないことはいうまでもあるまい。前に著者らは、福岡前所長

の示唆を得て、不用となって来た江東区内の運河埋立計画の代案として暗渠貯水池計画+上部利用計画を検討したことがあるが、十分採算にのるものだった。もちろんこれとて、自由水面の減少という意味では、百年の計画かどうかかわからないのである。

なお文献としては、Pollution and Flood Control: A Program for Chicagoland (1968, 2) および Chicagoland Deep Tunnel System for Pollution and Flood Control, First Construction Zone Definite Project Report, (1968, May) いずれも Harza and Bauer Engineering Inc. および Report on Charles River for Flood Control and Navigation: Lower Charles River, Mass., (1968, 5) New England Division, Corps of Engineers によった。

2.3 その他

2.3.1 二槽式防災調節池の検討

防災調節池内を2槽に仕切り、狭い方の1槽に雨水排水を流れさせ、早急に水位をあげ、より早く許容放流量に近い状態に達せさせて、防災調節池の容量減を狙った方法を、鹿児島県の郷土開発K.K. が提案されているのでここに紹介する。

本法は現論的には完全であり、そのような解は必ず存在するし、またもちろん現在の技術基準を満足することができる。またこの考え方は各戸貯留にも適用できる。(2.3.2中に紹介)。

本法を適用した場合と在来の調節池とを必要貯留量で比較すれば、概略3~4割減ですむようである。郷土開発が実施を行った際の写真、および調節池の設計例として下に示す。

本法の意義について少し触れると、開発者にとってはもし開発許可担当者が認めれば、少なくとも防災調節池面積を減らすことができるのであるから、やはり絶対的な貯留量は減り、下流への流出総量(出水時)は明らかに増加する

のであるから、諸手を挙げて賛成というわけにはいかない。流域が大きく、とくに下流の流出距離の長いところでは、本報の1章の検討で見られるように、複雑な影響を示すので十分の注意が必要であろう。

その意味からも今後の調節池の改善の方向は、2段式にして他の公共利用を考え調節池の負担を軽減していくべきではないかと筆者は思っている。

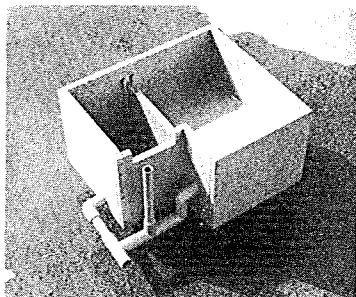


写真-1 実験模型

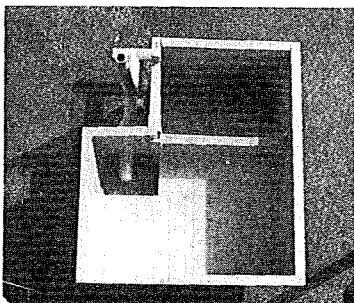


写真-2 実験模型

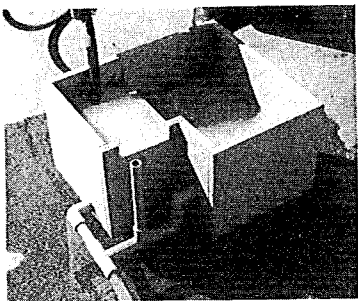


写真-3 実験中

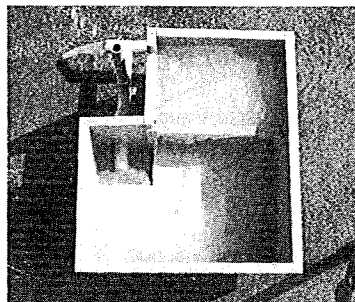


写真-4 実験中平面一両槽満杯時にパイプから許容放流量が流下する

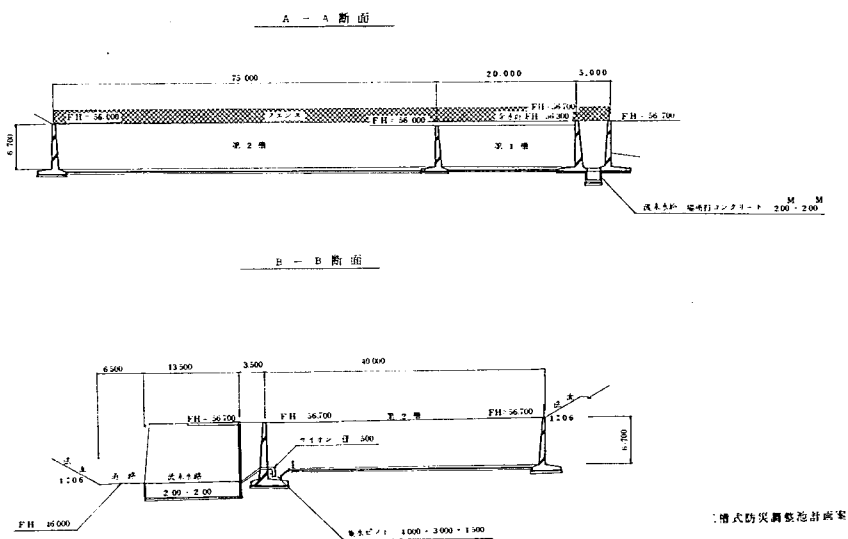


図-2 二槽式防災調節池計画案 断面図

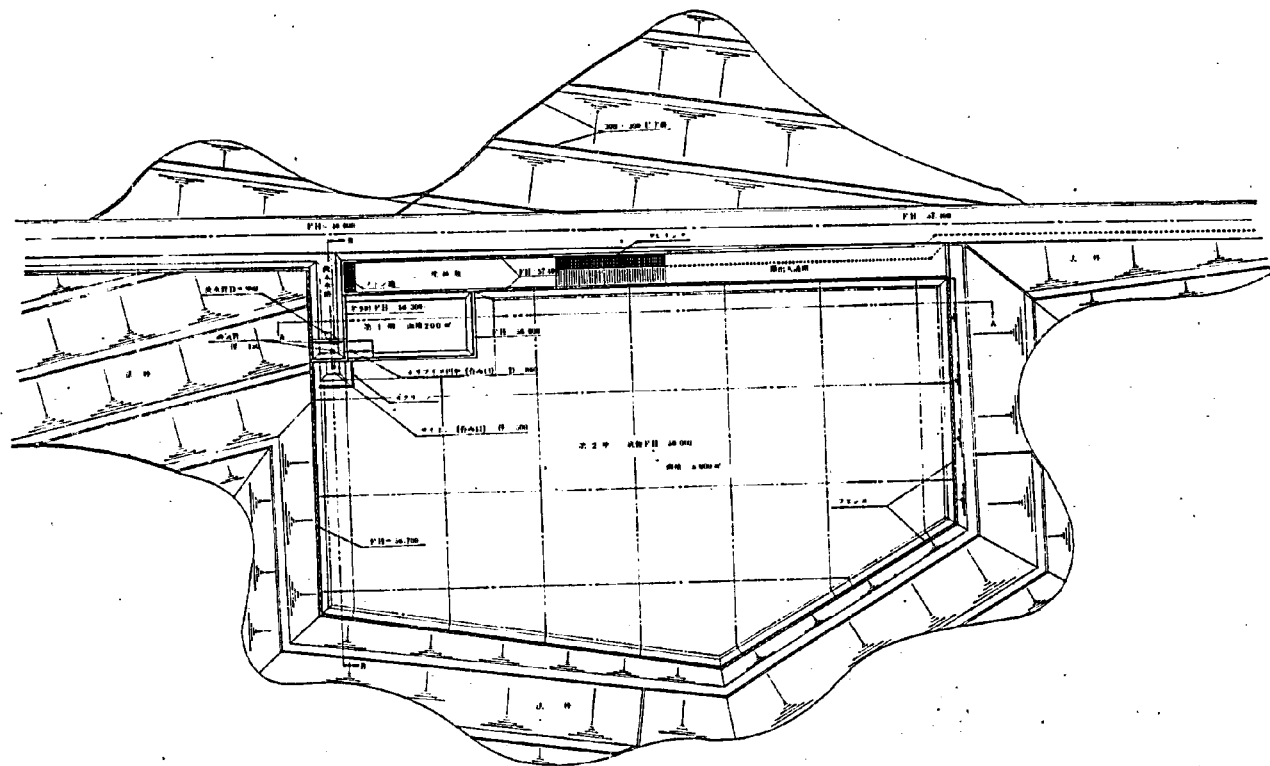


图-1 二槽式防災調節池計画案 平面図

2.3.2 流域処理

—都市域での洪水防御の一手法—

建設月報 第318号より

はじめに

耳なれない言葉をタイトルに使うて申訳けないが、用語そのものは、アメリカの Watershed treatment をそのまま直訳したものであり、勿論まだ日本に定着した言葉ではないが、ひとことで説明すると、雨水を流域内になんらかの手法でためて、河川に出さない手法をさし、主に洪水防御を目的としているが、アメリカの場合は、ほかに土砂浸食および堆積防止が国家的な問題であり、これも含められている。また水資源への寄与も考えられている。

この種の方法が提案されるようになった背景には、アメリカにおいて、そして日本においても、最近河川堤防のみに頼る改修の考え方に対する反省がなされ、この関係の調査研究が盛んになって来ていることが挙げられる。

そして日本の場合もう一つ重要なことは、改修のおくれた中小河川下流部で、まさに河べりまで土地を利用つくしたために、満足のいく河川改修がほとんど不可能になってしまったことであり、このため流域内の可能なところのために流域処理が必要になって来たのである。例えば江戸川と荒川にはさまれた低平地を流れる中川は、下流を東京に振されていながら、上流部では越ヶ谷や草加市等の衛星都市の開発が進行し、下水道も敷設されようとしているが、在来水田として利用され、いわば大きな貯留池であったものが、埋立てられ、下水道によって瞬時をいれず排水されるようになれば、どうということになるかは、想像に難くないことであろう。

本論では、始めにその洪水防御法全般、ついで流域処理の内容、そして最後にその一手法を都内石神井川に应用した場合のシミュレーション結果を紹介してみようと思う。

1. 洪水災害への諸種対応

始めに洪水対応法の分類例の比較の拾い上げ

が広範なもの⁽¹⁾から例示しよう(表-1)。まず直接洪水をなんとかしようというものに、堤防に代表される洪水防御工と流域に水をためて出すまいとする流域処理があり、前者は一本の線で処理するのに対し、後者は面で対応しようというものであり、実施されれば効果も大きい。そして台風をどこかにやっつけてしまおうという気象制御も挙げられている。次いではんらんしても大丈夫なようにしようというのが、土地利の規制と建造物の耐水化であり、前者は法によって洪水に弱い土地利用をさけよう、後者は強くしよう程度の差はあるが、やはり併用されて有効なものになる。

表-1 洪水災害への対応

洪水の変形 Modify the Flood	災害に対する脆弱性の修正 Modify the Damage Susceptibility	被害の調整 Modify The loos Burden
洪水防御工 Flood protection 堤防 高潮堤 河川改修 貯水池 放水路 流域処理 Watershed Treatment 農法の修正 侵食対策 河岸補強 森林火災防御 再植林 気象制御 Weather Modification	土地利用規制 Land Use Regulation 法令 土地利用区分条令 建築規制 都市再開発 土地細分化規制 官公庁による土地資産の買収 建造物の耐水化 Flood Proofing 建築物の低位開口部の閉塞 耐水外装および家具 下水の逆流防止 弁 耐水防止 土地のかさあげ	災害救済 洪水保険 慈善団体 私的援助 公共援助 税金の免除 緊急対策 避難 水防活動 復旧計画

最後の被害の調整は、おきてしまった被害は皆で補おう、分散して受持とうというものである。

個々の内容は、相応に想像していただけると判断されるが、1, 2補足すれば、土地利用区

分条例は、河川沿いの土地（主にははんらん原）を洪水の危険度に応じて区分し、土地利用や建築に規制を加えるものであり、土地細分化規制条例は、不動産業者等が、同ようはんらん原の土地をコマ切れの形で譲渡する前に、その土地の一部に高い場所なり高層建築等により、避難場所を確保するとか、排水施設計画、道路およびその他の公共施設のかさ上げ、洪水危険度の公開等を都市計画担当者に届け出ることを義務づけるものである。

次に移るまえに、何故このような広範な交通整理が行われるようになったのかであるが、アメリカの場合⁽²⁾大きくは堤防に対する過信への反省から来ている。すなわち堤防は、計画以上の洪水に対して弱く、しかもその被害も堤防がないときに比して大きいこと、また堤防が完成すると一般市民に過大な安心感を植え付け、堤内地の土地利用が進行し被害ポテンシャルを増大させる結果となることなどが指摘されている。これは日本の場合にもあてはまるが、日本の場合は更に低廉な土地を求めての低地へのスプロールすなわち洪水危険地域での土地利用の進行、および上流丘陵地での宅地開発の進行にともなう流出の増大等が大きな原因となって、河川用地の取得難を生み、河川改修速度を落し、事実上不可能といえるところまで来ている。これはわれわれが行った石神井川のケーススタディ⁽³⁾⁽⁴⁾でもこの15年間の流出増および被害ポテンシャル増のため、河川改修はこれに追いついていない（年平均被害額は反って増加）、という結果を得ている。

参考までにこの種の問題の発生している典型的な河川名をあげれば、関東では神田川、新河岸川、中川、鶴見川など、中部では静岡巴川、新川、日光川、関西では代表例として寝屋川等を挙げることができよう。

2. 流域処理手法

以上を概観して来て、わが国とくに都市域に適用できるものが少ないのは気付く。しかしなんらかの方法を採用せざるを得ないという目でもう一度も見なおすと、まず流せないのならためるより仕方がないことに気付く。それにはためられるところにためること、または低いところ

にためて、その上を人が使えばよいすなわち広義の流域処理（または流域管理）ということになる。以下アメリカの例から入っていこう。

2-1 アメリカでの流域処理^(1, 2, 5)

アメリカでの流域処理は、洪水流出対策のほかにもう一つ大きな柱として土砂流出防止がある。そのため表-1に挙げたもののほかは沈砂池を作る事業も進められている。また農法の修正の一つに等高線農耕（コンターファーマーミング）がある。これは丘陵地等で等高線に沿ってあぜ程度の小堤を作って水をため、集中豪雨対策としている。これは団地のひな壇造成後建設に着手するまで設けられる防災小堤に一脈通ずるものがある。上記のような特性もあって流域処理事業は、連邦では農務省の土壤保全局、森林局、農業安定保全局、内務省開拓局、TVA等が行っている。

このほか市、郡および公社（District）等が条例や基準等を設けて、多くは開発者の負担のもとに、洪水調節池を作らせている例は多い。日本の場合と同よう開発後の流出を開発前の状態にもどすだけの貯留という規定が圧倒的に多く、計画に採用された確率年は2～100年と多様である。

作られるものは、やはり池が一番多いが、ほかに地下貯水池、駐車場、路面上、広場などもある。池の場合やはり管理上の問題、すなわち蚊や藻の発生、安全管理、管理義務の所在などが問題になっているようである。しかし景観が向上して付近の地価が上ったという例もある。

コスト的には、下流の排水施設の整備により安く済んだという例が多い。

この他変わった例としては、屋根の上に貯留義務を課しているところが2例、排水料金をとって改修費用にあてているところが2例あった。屋根上貯留は樋の落ち口のところに流量制御用のリングをつけて20cmほどためるものであるが、このリングが市販品になっているのは驚ろかされた。

これらの実施義務に関しては、条例または基準によるものが圧倒的な訳であるが、用いられているのは、建築法規、土地利用区分条例、土地細分化規制条例などである。また再開発と合

せて貯留を組み込んだものもあった。

これらの条例が合法かどうかについては、やはりまだ結論はでていないらしい。というのも判例がないということにあり、一般には受け容れられているということであろう。

このほか面白いものに浸透性舗装があり、現在日本ででもその実用性テストが行われている。

2-2 わが国の場合

現在わが国で制度化または制度化されつつあるものに、大規模宅地等開発に伴う防災調整池制度と災害危険地域指定制度（建築基準法）がある。前者は県の開発規制条例等に組込まれたものや、指導要領程度のものもあるが、市町村で同様の措置をしているところもある。またその適用開発面積も漸次小さくなり、1000㎡から500㎡などというところもある。洪水危険地域の指定は現在わずか3ヶ所しかないが、住宅のかさ上げの義務付けやその資金の融資などがうたわれている。伊勢湾の高潮危険地域のゲタバキ住宅はその1例である。

これらを複合させて治水緑地を發展させたものに、現在準備中の多目的遊水池制度がある。すなわち都市域周辺で遊水機能を有する区域（とくに低地）を、財政投融資資金を利用して先行取得し、河川予定地として、開発行為の制限をする一方、公園、流通団地、住宅等に再取得させて、その土地の有効利用をはかるものである。もちろんその際に、ピロティ方式等の工作物設置準則を設け、貯留空間の確保をはかることはいうまでもない。49年7月7日の七夕豪雨の際、土木研究所水文、都市河川両研究室で、巴川の災害調査および解析⁽⁶⁾を行い、静岡市北方の麻機低地の遊水機能の確保の必要性を指摘したのであるが、この調査は、本制度発足の一つの契機になった。

2-3 各戸貯留槽

以上はすでに制度化されたものであるが、今後都市域で可能と思われるものについて少し触れておこう。

まずこれからの住宅団地や工業団地等については、公園緑地率やけんべい率等の指導があり、なんらかの貯留のためのスペースはとれる。また屋根上や床下貯留も可能と思われる。しかし

瓦屋根の多い既成市街地の場合、解決すべき問題が多い。下水道に集めてからためるような所が確保されない限り、ほかに遮集施設を作るわけにはいかないので、いきおい各戸に貯めるより方法はなくなる。

貯める方法として、一番容易なものは、雨樋を通じて昔の防火用水槽のようなものに溜めることであろう。例えば40㎡の屋根に50mmの降雨で2㎡（1.3m）³となる。

この方法の問題点は、その費用の分担法もさることながら、何故下流の人のために上流の人が土地を提供し、貯留槽を置かねばならないのかという、いわゆる上下流問題であろう。この問題は、アメリカでも指摘されており、上下流を含めた流域委員会（watershed committee）または公社組織で解決していくより仕方がなかろうということであった。日本にはそのような素地がないだけに、実現までには、幾多の曲折が予想されるが、ただ実現には各戸貯留槽を必要とする段階まで来ているように思われるのである。

なおこの貯留槽による洪水減殺効果について少し検討を行ったので、紹介しておく。

まず形状であるが、これは図-1に示すよう

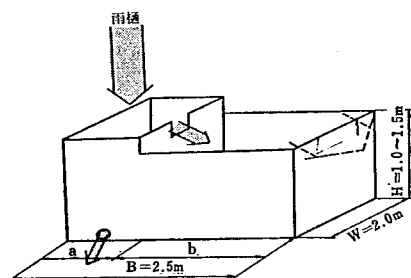


図-1 各戸貯留槽概念図

に雨水が雨樋から入る槽には、小孔と余水吐を設け、第2の槽と接続した。つまり第1の槽は、強度が大きくてもマス（mass）の小さい雨は、平坦化して流出させ、マスの大きい雨は余水吐からためこんで出さないというものである。これは屋根汚濁物の除去にも役立つ。

与条件は、屋根面積100㎡に対して2.5m

表-2 1 ㎥単位排水区の各戸貯留槽によるピーク減殺率

B = 2.5 m, W = 2.0 m, H = 1.0 m					B = 2.5 m, W = 2.0 m, H = 1.5 m			
降 雨 確 率	5 年	20年	50年	200年	5 年	20年	50年	200年
各戸貯留なし	67.2	100.6	120.4	148.6	67.2	100.6	120.4	148.6
小孔面積	mm/hr							
	a = 0.2 m b = 2.30							
1 ㎥	27.2	11.9	3.6	3.6	26.3	24.5	21.0	11.3%
2	23.4	21.8	10.4	2.9	22.2	21.4	21.5	19.4
3	20.2	20.1	18.4	9.7	18.8	18.9	19.3	20.1
4	17.6	18.2	18.6	8.9	15.8	16.6	17.2	18.1
5	15.5	16.5	16.9	8.2	13.4	14.7	15.4	16.7
6	13.7	14.9	15.4	15.7	11.2	13.1	13.9	15.1
7	12.1	13.6	14.1	15.5	9.4	11.6	12.6	13.9
8	10.6	12.6	13.0	14.3	7.6	10.3	11.5	12.9
9	9.2	11.6	12.2	13.4	6.0	9.1	10.4	11.9
	a = 1.80 b = 0.70							
1 ㎥	24.7	3.7	3.6	1.9	27.7	24.1	11.6	3.4%
2	24.9	11.0	2.9	2.3	24.6	22.5	21.6	10.5
3	22.2	10.1	10.0	2.4	22.0	20.4	20.3	9.8
4	19.9	19.4	9.3	9.4	19.9	18.7	18.6	18.9
5	18.2	17.7	8.8	9.0	18.2	17.2	17.1	17.8
6	16.5	16.1	16.6	8.5	16.5	15.8	15.8	16.5
7	15.0	14.7	15.4	8.0	15.0	14.6	14.6	15.3
8	13.5	13.4	14.1	7.5	13.7	13.4	13.5	14.1
9	12.2	12.3	13.0	7.0	12.4	12.3	12.5	13.1

× 2 × 1 または 1.5 m (50 ~ 75 mm) の貯留槽をおき、これに東京都河川部作成の確率降雨強度継続時間曲線により作った中央集中型降雨波型 (3 ~ 200 年) をあてた。効果の判定は、1 ㎥単位排水区下流端流量を一応の目途に、ほかに下水道未敷設流域 (16 ㎡) についても算出して見た。

変化させた要素は、各戸貯留槽の a, b の値 (図-1 参照)、および高さ 2 種、小孔の面積 (1 ~ 9 ㎥) 単位排水区の不透透面積率 (30, 50, 70, 90%, 屋根面積はこれの 1/2) などである。結果の一部を表-2 に示す。細かい説明は割愛するが、200 年降雨に対して 50 mm で最大 15%, 75 mm で 20% ピークがカットできること、a が小さい方が有効なこと (中央集中型はひと山降雨であるが、実際降雨の場合はこの傾向は助長されよう) などがわかる。

石神井川上流 16 ㎥地域の場合は、実際の不

浸透面積を上流から下流に変化させて用いたもので、平均して 19.6% というものであるが、10 年確率の降雨に対して、7% のピーク減殺率であった。

技術的には第 2 槽にも小孔を設けた方がよいことはいうまでもないが、水利用のメリットを考慮したものである。また下面の透水性を改良して地下水涵養を狙う手もあろう。

今後コスト面、実際に設置しての問題点などを検討していきたい。

おわりに

道を歩きながら雨樋からの排水がそのまま道路に出されているのを不満に思っていた矢先、あの広いアメリカで屋根上貯留が条例化されていることを聞き、日本でも是非各戸貯留槽が実現されることを祈りつつまとめて見た。紹介部分が多いことについては、筆者の努力不足と反省している。

3. アメリカ、メリーランド州2郡地域での 総合治水対策マニュアル(訳)

**A MANUAL ON STORM WATER MANAGEMENT
FOR EVALUATING AND MITIGATING THE EFFECTS
OF LAND USE CHANGES ON RUNOFF**

Prepared by
Roy F. Weston, Inc.
Environmental
Scientists and Engineers
West Chester, Pennsylvania

J.C. ROBBINS, III
Project Engineer
K. S. SHUMATE, Ph.D.
Project Manager

目 次

第3章 アメリカ・メリーランド州2郡地域での総合治水対策マニュアル(訳)

は じ め に	83
1 目 的(Purpose)	83
2 展 望(Scope)	84
3 背 景(Background)	84
第1章 雨水管理技術	
1.0 序	87
2.0 開発された地域からの増加した流量の制御のための手法	87
2.1 降雨流出輸送システムの効率の改善	87
2.1.1 排水路の追加	87
2.1.1.1 排水管(Enclosed Storm Drain)の建設	87
2.1.1.2 溝と開水路(Ditch and Open Channel)	89
2.1.2 現存施設の改善	91
2.1.2.1 水路の開削(川の堤防を含む)	91
2.1.2.2 堆積物の除去(Debris Removal)	92
2.1.3 自然の地下水システムの利用	93
2.1.3.1 自然の浸透の最大化	93
2.1.3.2 浸透池(Infiltration Beds, 乾井戸(dry well)を含む)	96
2.1.3.3 浸透性舗装	98
2.2 過剰流出量の貯留(Storage of Excess Runoff)	99
2.2.1 地下貯留(Underground Storage)	99
2.2.1.1 トンネルおよび地下貯留池(Tunnels and Mined Storage)	99
2.2.1.2 流路内構造物(In-Line Structure)	101
2.2.2 地表面貯留(Surface Storage)	101
2.2.2.1 河道内貯水池(On-Stream Reservoirs)	101
2.2.2.2 貯水池(Ponding)	104
2.2.2.3 現地貯留池(On-Site Detention/Retention Ponds)	104
2.2.2.4 屋根上貯留(Rooftop Ponding)	106
2.2.2.5 広場及び駐車場(Plaza and Parking Lot)	108

2.2.2.6	空地及びレクリエーション地域 (Open Space and Recreation Areas).....	108
2.2.2.7	道路盛土による貯留 (Road Embankment Ponding)	109
2.2.2.8	個人所有地と所有地境界線上の低地 (Individual Lot and Property Line Swale)	110
2.3	エネルギーの減勢 (Energy Dissipation)	110
2.3.1	エネルギー減勢工 (Energy Dissipators)	112
2.4	水の再利用 (Water Reuse)	112
2.4.1	雨水の利用 (Storm Water Usage)	113
3.0	洪水のダメージ・ポテンシャルを小さくする方法 (Methods to Minimize Damage Potential of Floods)	114
3.1	危険地区における開発の最小化 (Minimization of Development in Critical Zones)	114
3.1.1	はんらん原の法制一般 (Flood Plain Legislation)	114
3.1.2	はんらん原の地区制 (Zoning)	115
3.1.3	保全のための地役権の買収 (Conservation Easement)	116
3.1.4	土地収用と移転 (Condemnation and Relocation)	116
3.1.5	はんらん原の土地取得 (Flood Plain Acquisition)	117
3.2	不可避な開発の影響の最小化 (Minimization of Effect of Unavoidable Development)	117
3.2.1	細分化規制 (Subdivision Regulations)	117
3.2.2	建築規制 (Building Codes)	118
3.2.3	整地 (grading) と土砂の制御	119
3.3	氾濫原にすでに存在している開発の防御	121
3.3.1	洪水保険	121
3.3.2	洪水に対する耐水化 (Flood Proofing)	122
3.3.3	警報と緊急避難計画	124
3.3.4	税の調整 (評価の実施)	124
付録A	モンゴメリー郡およびプリンス・ジョージ郡の雨水管理に関する条例	126
" B	雨水管理手法に関する財源	128
" C	雨水貯留必要量の算定法	130
" D	文 献	135

3. アメリカ・メリーランド州2郡地域での 総合治水マニュアル(訳)

はじめに

1. 目的(Purpose)

生命維持のための必要性の外に、水はしばしば次のような理由により、第一義的な関心事である。すなわち輸送、食料資源(例えば魚)、レクリエーション、農業や工業への水供給やその他の多くの利用などである。河に面したはんらん原は通常は平らであり、そのために広汎に勾配をゆるやかにすることなしに多くの人間の必要性にすでに適応している。自然の洪水災害にもかかわらず、人は河やはんらん原にひきつけられて来たり、今後も引きつけられるであろう。洪水災害や浸食(それらは自然現象であるが)は都市化しつつある地域では事実上増加しつつある。これは水を吸いこむ自然の土地や草を、水を吸いこまない建物や道に置きかえたからである。そして、それらは降雨時の洪水の流量と流出速度を速くする結果になる。

はんらん原管理(flood plain management)という用語は、洪水被害ポテンシャルを減じることを目指した改善と予防手段の必要性の認識から考え出された。ダムや河川堤防、河川改修工事のような防御構造物がこれまでのはんらん原管理の主要な対応技術であった。これに対して土地利用規則(Zoning)や細分化規制(Subdivision regulations)、建築規則などは、洪水警報システムとともにはんらん原管理の主要な予防技術である。構造物による手段のみでは洪水問題を解決できないという認識が、洪水制御対策の進歩に向けた一つの主要ステップであった。

ワシントン郊外地区においては、はんらん原管理は特にはんらん原の外から生じる多くの問題(例えば、不透水地域のパーセントの増加、の

のめに、洪水問題を処理するためにはあまりにも狭い概念となってしまふ。開発密度の高さや市民の抗議のために、そこにおける洪水防御構造物の建設は制約をうけている。はんらん原における土地利用制御も開発の圧力からの強い反発を受けている。この急激に成長していく郊外地区ははんらん原管理よりはむしろ、その洪水問題にアプローチする、より総合的な雨水管理(Stormwater Management)が展開されて来た。この雨水管理アプローチは、あらゆるはんらん原管理の技術に加えて雨水現地貯留(On-Site Detention)や段階開発計画のような技術などを含んでいる。

雨水は地域の全自然環境の一部である。その管理は全体計画への適切な見通しのもとに置かれなければならない。地方レベルにおいては、総合あるいはマスタープランは全体計画のための媒介手段(Vehicle)であり、そしてそれ自体は雨水管理のための政策と計画を含んでいるべきものである。

雨水(Storm Water)管理のための法的な根拠は、一般民衆の健康、安全、福祉を守るための行政権限から導かれる。事実地方自治体の警察力と行政権を利用して、下水と水路改修を含んだ排水システムのための計画を立案するのがもっとも一般的である。

モンゴメリーとプリンス・ジョージズ郡においては、メリーランド国立首都公園および計画委員会(Maryland-National Capital Park and Planning Committee以後M-NCP PCと略称)は、メリーランド州により、この二郡地域(bi-country area)の発展のための総合計画の作成とその適用に対する権限を与えられている。その結果として、本委員会は雨水管理計画(Storm Water Management Plan)の作成と、二郡地域におけるそのような計画(雨水管理計画)のマスタープランへの組入れ編入に対して責任をもつ機関として認められている。

2. 展 望 (Scope)

地域の水文現象に土地利用の変化が与える、4つの相互に関係するけれども分離可能な影響がある。すなわちピーク流量特性の変化、総流出量の変化、水質の変化、および水文学的な快適さ (amenity) である。水文学的な快適さとは、川やその水路とか谷が見る人に残す外観や印象と呼ばれるものである。地域の水文現象に影響しているあらゆる土地利用の変化のうちでは、都市化が最も強力である (Leopold 1968)。このマニュアルは流れや流出、外観の変化について取り扱っているが、土地利用の変化の結果生じる水質の変化については取り扱っていない。

マニュアルは、アナコスティア流域の雨水管理の現状と同様に、雨水管理の概要を提示する。マニュアルで論議される個々の雨水管理技術は、次のようなことを含んでいる。

1. 開発された地域からの増加した流量の管理のための構造物による技術

2. 洪水によるダメージポテンシャルを最小化するための構造物によらない (Non-Structural, 法的もしくは行政的な) 技術

このマニュアルは、本委員会によって行なわれたアナコスティア流域のための、総合的な雨水管理プログラムにおける調査の一部である。このマニュアルは、第一義的には2つの聴衆、すなわちプランナーと開発者に向けられている。

このマニュアルは、開発者とその技術者のスタッフが与えられた状況のもとで、それらの費用に関して種々の雨水管理の選択 (代替) を検討するために用いる道具とされるべきものである。種々の雨水管理構造物の設計マニュアルは、メリーランド州の天然資源部からまもなくだされることになっている。

次に計画委員会とそのスタッフに対しては、このマニュアルは、細分化規制に関する書類審査の際 (Subdivision review)、開発者や技術者と折衝する時や雨水管理計画を含む他の計画を取り扱う時などに、情報源として役に立つ。

さらにこのマニュアルは、与えられた雨水管理政策のもとで、雨水管理プログラムのための広い範囲の代替案の考察のための手引として役

に立つ。例えば、住民が排水路を自然状態に保つ政策を設定したとしたら、このマニュアルは現地貯留や、強力なはんらん原侵入規制といったこの政策に適切な対応手段の決定を助けることができる。

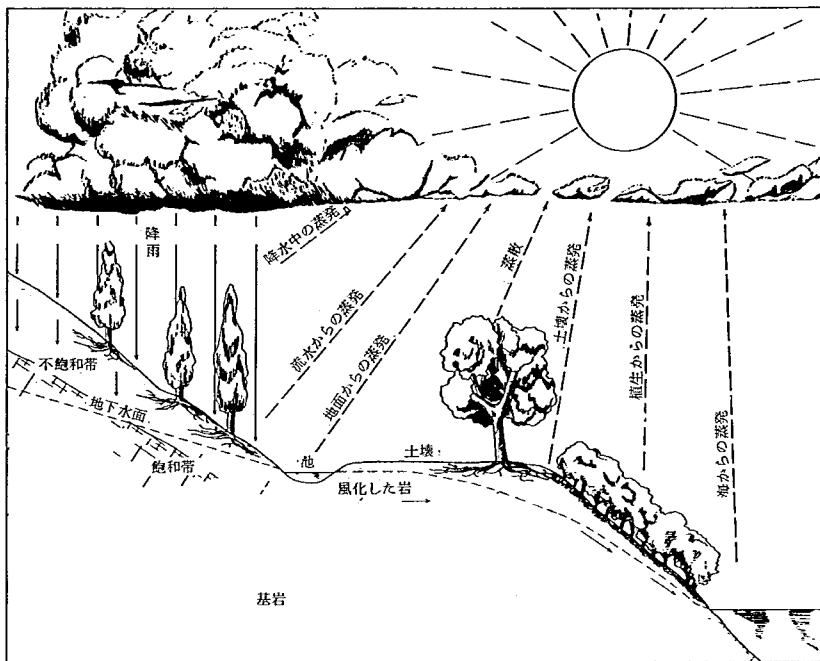
個々の雨水管理技術は、全流域に対する管理計画の中で組み立てられてはじめて効果的となる。この本の最後では、はんらん原を記述し、地域雨水管理代替案の評価を行なうための、コンピューター・モデルについて論ずる。総合的な計画と、雨水管理政策の選択に対する提案もまた含まれている。

マニュアルは、次のような補足的な情報でしめくられる。すなわち、雨水管理技術を実施するための財源リストと、モンゴメリーとプリンス・ジョージズ郡における公的私的な責任および雨水管理のための手順についての説明でしめくられている。

3 背 景 (Background)

まず人間の活動が雨水流出に与える影響の調査 (review) を、背景資料として提示しよう。雨水管理における問題点は、大きくは自然の水文サイクルへの人の干渉の結果生じたものである。水文サイクルの重要性に対する人の認識は、絶えず増大している。というのは、必要性や願望に合うように環境を開発することにより、自然の水システムを変える時に、彼の干渉の結果が、しばしば彼の仕事のダメージや破壊となることを発見するからである。連続する水文サイクル (図-1) の状態は、流出、蒸発、もしくは蒸散である。

人間によって最も影響をうけるサイクルの部分は、直接流出と浸透で、すなわち水が地表へぶつかる最初の点から地表あるいは地下の排水システムまでの輸送される過程のことである。よく作動しているシステムは、水を地表輸送して、通常の条件下では雨水の過度の集積による洪水被害もなくまた、土壌の浸食を生じる過度の流出速度を生じさせることもない。人間は排水システムをはんらんと浸食が生じるまで変更することにより、この自然のサイクルに影響を及ぼすのである。



* Source: L. J. Nutter and E. G. Otton の論文から

図-1 水 循 環

はんらんや浸食は、人間が関与しない自然のシステムでは生じないし、また人間が関与したあらゆる地域でこれらの問題が生じていることはいうまでもない。開発されていない地域においてさえも、降雨はその強さと継続時間に比例して河川の水位を上昇させる。それは、自然河岸の外側のはんらん原地域が周期的にはんらんするのは、自然のことである。しかしながら、経験によれば、開発途上地域における無計画な発展は流出量を顕著に増加させている。さらに河川に達する流出の割合は、過度に地表をおおうことによって増大する。これは、与えられた強度と継続時間の降雨により引き起こされる河川の水位の増大が開発前よりは開発後の方がはるかに大きいことを意味している。またより多量の水が地上を流れると、それは浸食の問題を引き起こしたり、あるいは構造物にダメージを

与えたりする。はんらんと浸食は、通常は開発の進展とともに、よりしばしば、そしてより程度が高くなる。

水文問題を生じさせる開発活動の通常のタイプは、広範な地表のおおいと、はんらん原における建築物である。広範な地表のおおいは、地表の舗道 (Pavement, 例えば駐車場, 道路, 歩道) と、例えば軽工業および商業地域、並んだ家々 (Row houses) あるいは公共建築物などのような、屋根面地域を意味する。地表をおおうことは、表面貯留と自然の地表流、浸透、そして地下水システムを通じての移動において、個々の貯留効果を受ける水量を減じる。このようにして、よく多くの水が地表流出システムにより処理されなければならないようになる。これは、もし地表システムが適切でなければ、深刻なはんらん問題を生じさせる結果となる。ま

た、舗装された地域からさまたげられることなく流出してくる水は、それが舗装されていない地域に到達すると、浸食を生じるような流速になってしまう。

建築活動は、しばしば自然の被覆と表層の土壌を奪い去られた、広大な土地を生む。これは、雨水の地表貯留 (Detention) と、その結果生じる浸透を減じ、そして重大な浸食のポテンシャルを増す。しかしながら上流における地表おおいと建築の規制は、自然のはんらん原に建てられた建築物に対するダメージまで避けさせることはできそうもない。

第1章 雨水管理技術

1.0 序

ある地域では、すでに広域にわたる開発が行なわれており、そして他の場所でもまちがいなくそれが生じるという事実は、現在はんらんもしくは浸食に対して貢献している条件は是正と、さらにそれらの条件を悪化させる行為を防ぐ行動を必要とする。この章は、計画者や開発者に雨水を管理する技術を収集供給するために用意された。議論されたいくつかの手段は、修正的なものである。すなわち、その手段は、すでに存在している条件を軽減するために最も良く適用される。またあるものは予防的である。すなわち開発により生じる問題の状況を避けることに最も良く役立つ。そしてまた、ある者は両機能に役立つ。各技術は、議論の目的により次の2つの一般的なカテゴリーに分けられる。

1. 開発された地域からの増加した流量のコントロールのための構造的な手法
2. はんらんダメージポテンシャルの最小化のための非構造的な手法

カテゴリー1は、多くの部分で構造物あるいは建築物に関連した技術を含んでいる。カテゴリー2は、主として非構造物あるいは法的、行政的な技術である。本章の次節において、各々の技術は別々に論じられる。各々の技術に対する次のような点が、それが適用されるところで論じられる。

技術の現状	欠点
本地区における施設の現状	費用
説明	適用性
利点	

2.0 開発された地域からの増加した流量の制御のための手法

多くの流出量は、浸水・洪水や流速によって生じるダメージを最小化するように、制御されなければならない。この制御は、いくつかの方法により成し遂げられる。すなわち、降雨流出

輸送システムの効率が改善し、多くの水量が貯められることなく、そして通常の活動へのダメージあるいは支障を生じることのないようにする方法、不可避な貯留を一時的あるいは永久に、この目的のために特に準備した場所に貯める方法、河岸あるいは河床や川の中の構造物の高流速によるダメージを流れている水のエネルギーを消散させることによって減じる方法などである。雨水流出の制御の外にも、これらの多くの技術、とくに貯留を含むものは、雨水をその他の目的のために使用することを可能にする。

2.1 降雨流出輸送システムの効率改善

通常の降雨流出輸送システムは、2つのタイプすなわち、人工のものと自然のものである。人工の主要なものは、下水管、溝あるいは開水路である。システムの効率は、これらの要素をさらにつけ加えたり、あるいは水路化、堤防、砂の除去のような技術を用いてすでに存在する要素の輸送能力を増すことによって改善される。自然のシステムは地下水システムであり、そのシステムの効率は、地下への自然の浸透を最大化するような技術により増大させられる。すなわち、芝生で被覆した水路にする、傾斜地を階段状に畑地化する、帯状に耕作する、平場をふやす(terracing)等の造園工事手法、植生の被覆を保持するように作られた階段状の施工、浸食される地域の根おきによる被覆、その他種々の山林管理法を用いることなどがそれである。また、空井戸(drywell)や透水性舗装のように、通常は過剰流出となる水を地下水システムにもどすような技術も重要である。

2.1.1 排水路の追加

2.1.11 排水管(Storm Drain)の建設

下水管の目的は、地下パイプシステムを通じて地表流出水を運ぶことである。これは、地表が開水路や構造物を用いるにはあまりにも高価な所で、排水や洪水制御問題を解決するために技術者によって広く用いられている。多くの排水システムは、合流式下水道と呼ばれており、

汚水と雨水流出が同じパイプシステムを流れる。しかし、この二郡地域に、合流式下水道がないので、地下排水システムはもっぱら雨水排水にのみ用いられている。この地下排水システムを、ごみ、木の葉、芝生の刈りとったものなどの廃棄場所に用いるのは適切ではない。というのも、排水管 (Storm Drain) という用語は、雨水管 (Storm Sewer) に先だって発生したものであるから。

技術の現状 — 排水管の設計には、流域の特性と管路内の流れの挙動に関する水文学的、水理学的な研究が含まれる。排水管のサイズの決定は、流出の予測、地表の勾配、管の粗度係数に基づかねばならない。

雨水排水システムは、最近では管内貯留を考慮して自動化された流れの追跡計算によって設計される。しかし実際上小規模な地域への適用においては、雨水排水管は、主として輸送手段として機能する。

本地区での施設の現状 — 雨水排水システムは、この2郡地域の人口の85～90%をカバーしており、全土地の約45%の排水をする。雨水排水管によりカバーされていない土地の多くは、あまり人口密度の高くない地区である。2郡地域におけるすべての雨水排水 (管) は、汚水から分離されており、合流式下水道は許されていない。

説明 — 雨水排水システムは3つの基本要素からなりたっている。

1. 雨水マスや縁石マスは、地表から水を集めるために用いられる。流入口構造寸法を適切にえらべば、流入水頭損失を最小にし、排水容量を増大できる。
2. マンホールは管理の目的のために用いられる。それらはまた水頭を低下させ、あるいは流れの方向を変えるために用いられる。
3. パイプは流れを排水路へ運ぶ。

前にも述べたように、排水管は雨水をある地域から他の所へ運ぶ。雨水排水管の流下能力を例示するために、異った径のコンクリートパイプに対する満管流量を一般的な水理的設計ファクター (勾配を0.002, マニングの粗度係数は0.013) を用いて算定した。その要

約を次表に示す。

パイプ径 (インチ)	流下能力 (立方フィート/秒)
18	5
36	32.5
66	162.5
96	433

これらの値は、単に排水管の雨水処理能力を他の代替案と比較する目的のために作られたものである。実際の設計値は、設計技術者によって特定の状況に対して、決定されねばならない。

利点 — 雨水排水システムは4つの主要な利点がある。

1. 最少の用地 — 地表スペースは、単に排水口とマンホールのためのみに必要とされる。
2. 景観 — システムの多くは地下であるので、目ざわりでない。
3. 耐用年限 — 排水管は通常約50年ぐらい役に立つと期待される。
4. 管理 — 雨水排水管は、相対的に管理の必要性が少ない。

欠点 — 雨水排水システムには4つの主要な欠点がある。

1. 施工 — 土地の取得や財政面の問題は、すでに開発されている地域では困難である。しかし開発されていない地域では、地域の細分化 (Sub-Division Process, 区画整理) によって土地取得ができ、また開発者からの資金導入や建設も容易となる。
2. 一般の人々の不便 — 下水管の敷設は、すでに開発された地域では、交通や他の活動の非常なさまたげとなる。もちろんこれは初めて開発する地域においては問題ではない。
3. 効率 — 雨水排水は、むしろその解決ではなく、単に問題を他の場所へ移すだけである。それどころか雨水排水管を通すことにより、集中時間を減少する結果となる。
4. 景観上の価値 — 雨水排水管の建設は、自然の有効な資源 (asset) としての流水をなくすという意味で取りかえすことのできない損失を生じる。すなわち制御された流れは、

公園や住宅および公共地区における設計の個性に利用できる。

費用 — 雨水排水用のコンクリートパイプの建設費の要約を、次表に示す。

管の直径 (インチ)	建設費 (ドル/フィート)	建設費 (ドル/フィート・直径)
18	21	1.16
36	41	1.14
66	70	1.51
96	190	1.98

これらの費用は、大雑っぱに評価されたものであり、おおよその費用を見積るためにのみ用いられるべきである。この情報と上で与えられた流水容量の情報を用いることによって、与え

られた状況に対する雨水排水代替案の相対的な費用が大まかなから評価されうる。

適用性 — 雨水排水管は、必要な土地が得られないような所では、状況によく適合する。また、広範に地表の被覆がある場合、あるいは自然の排水路が十分でない所では、雨水排水管は洪水被害を少なくするのに役立つ。

2.1.12 溝*と開水路 (Ditch and Open Channel)

開水路や溝 (ditches) の主要な目的は、排水である。しかしながら、それらが集中時間や流れの水質に与える影響のために、雨水管理の一部として論じられることがある。

技術の現状 — 一般の人々の環境への関心が高いので、あらゆるレベルの多くの公的な機関

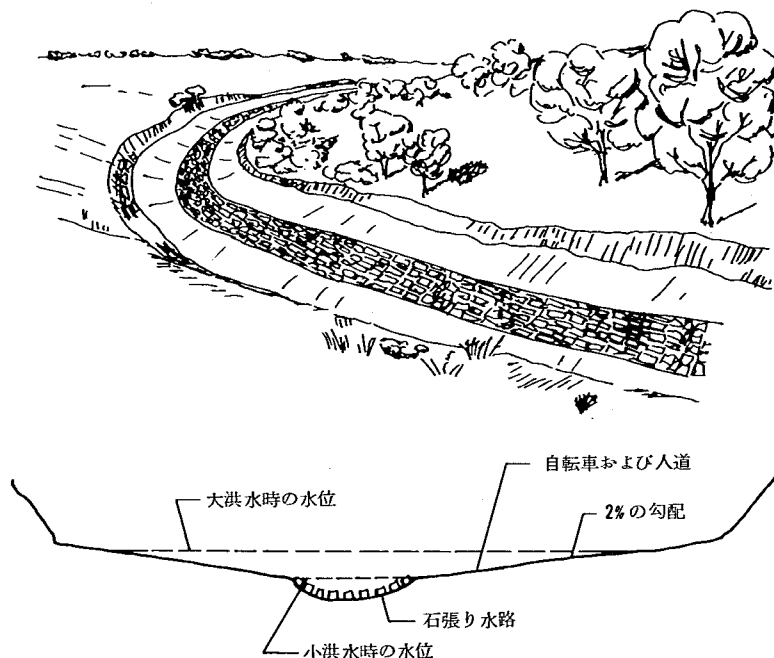


図-2 河 川

※訳者注 ditches は溝というより、小河川 (掘込み) 程度を指すようである。

が、自然の排水路を促進する政策をとるようになった。このことは、自然の植生と少なくとも捨て石のように、自然に見える物（材料）を水路裏張りに試みるという結果などを生じている。

説明 — 開水路は、通常は恒常的あるいはそれに近い流れの路を意味し、しばしば開水路にするか、ふたかけにするかの決定を必要とする。溝（ditch）は通常道路のわき、あるいは私有地沿いに設けられる開水路であり、しばしばそれらを自然の芝生あるいはコンクリートで裏張りするかどうかを決めなければならない。図-2は、都市化域を通過する開水路の概念的なデザインである。

平均水深 (フィート)	平均幅 (フィート)	流下能力(立方フィート/S) (流速6フィート/Sとした場合)
1.0	8	48
1.5	16	144
2.5	30	450
3.0	54	756

これらの数字は、通常設計に用いられる水利的な設計要因を用いて算定したものである。しかしながら、実際の値は、設計技術者が特殊な状況に応じて決定しなければならない。裏張りされた水路は通常自然の開水路より深く狭い。

利点 — 溝と開水路には2つの主要な長所がある。

1. 地下水のかん養 — もし溝が芝草で裏張りされていれば、地下システムへの浸透を許す。開水路は、通常そんなに多くの浸透は許さない。事実通常それらは連続的な基底流を持っている。この基底流は、合流する河川の低水流量を増加するのを助けるので、有益である。

2. 景観としての価値 — 開水路は、よく管理されていれば、通常の状態において、景観としては有効である。

欠点 — 溝や開水路には6つの主要な欠点がある。

1. 浸食/土砂制御 — 設計流速は、土砂の浸食性を考慮しなければならない。浸食性の土砂は、ゆるい勾配の水路を必要とし、その

結果として大きな水路と広いはらん面積を必要とする。

2. 土地の必要性 — 土地が水路とはらん面積に必要である。

3. 維持 — 開水路は土石(debris)や土砂(Soil)がふさぐことに敏感である。そのため、有効な状態に保つために管理しなければならない。芝生張りされた水路では、もし連続的な基底流(草は連続的な流れのもとでは保持されない)があれば、人工的な細い水路を必要とする。

4. 溝や水路は蚊の生息可能地を供給する。

5. 用水路は子供が遊ぶことに対しては危険である。

6. 景観としての価値 — 開水路は、適切でなく設計されたり、あるいは維持管理されれば公害になりうる。

費用 — 一般に、開水路はより高い維持費を必要とするが、地下排水システムよりは低い資本投資でよい。コンクリート張り水路は、クラックが入り、凍上により壊れ、そして土砂の堆積物を定期的に取り除く必要がある。草で裏張りされた水路の建設費は、次の表に示されるようなものである。

水 深 (フィート)	川 巾 (フィート)	建 設 費 ドル/フィート (川延長方向)
1.0	8	160
1.5	16	400
2.5	30	900
3.0	54	1500

これらの値は、単に相対的な費用を比較するために見積られた大雑っぱなものである。裏張りされた水路の費用は、非常に裏張り材料の費用に依存する。コンクリート張り水路の費用は、一般に草(芝)で裏張りされたものの2~3倍高い。

適用性 — 道路の排水を行なうための開渠溝は、いなかやそれに類する地域においてのみ適用可能である。土石や岩が上のあいた溝に入り込むことが多いと、維持管理上、雨水排水管が

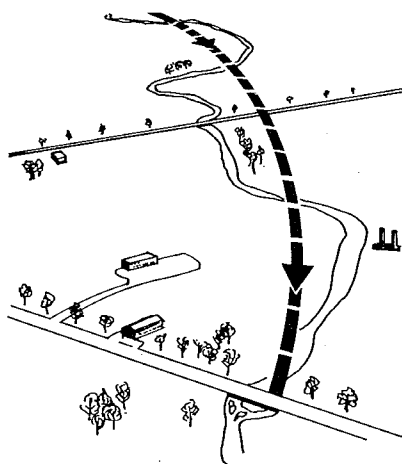
有効ということになる。同様に私有地に沿った開水路は、低密度の郊外地域か、いなかの地域に限定されよう。水路に沿って開発が進行すれば、同よう土石や材木の堆積物、葉の堆積物のために維持管理の問題が増大し、雨水排水管の使用が必要となって来る。

2.1.2 現存施設の改善

2.1.2.1 水路の開削（川の堤防を含む）

水路の開削の目的は、水路のある地区のはんらんを防ぐための疎通能力を増加させることにある。また同様に堤防の目的は、特定の地域が浸水することを防ぐことにあり、しばしば水路化事業の一部分として行なわれる。

水路化事業は、洪水流のじん速な通過を許すように、典型的には流れを直線化すること、水路を新設すること、そして岸周辺をかたずけることを含んでいる。この方法の概略を、図一3に図示した。



図一3 水路化による河道の整正

水路の開削（Channelization）は、洪水制御と同時に舟航を含むこともある。

堤防と直立堤は、多くのはんらん地区で最初に考えられる防衛手段である。それらは、洪水に非常に強い地区と洪水を分離することにより、

洪水を防ぐという目的に役立つ。

技術の現状 — 水路化は、公共機関が自然の排水路における貯留（retention）という考え方を適用するようになるにつれ、あまり望まれなくなっている。コンクリートの裏張りが伸縮性の粘土の土地に用いられるときには、伸縮と沈下によりコンクリートに割れ目が入ることを防ぐために、その土地は伸縮性のない材料でおきかえられる。これを実行することにより、コンクリートの裏張りの寿命を3倍にすることができる。

地区の施設の状況 — （アナコスティア川）の洪水防御と航路事業は、陸軍の工兵隊（Army Corps of Engineers）により、1954～1959年に12,317,000ドルの費用を投じて行なわれた。この事業は、ブラデンスバーグ、ブレノウット、カルマー・メイナー、コテージシティ、エドモントン、ハイアッツビル、リバードールなどの洪水がくり返す町々を守っている。その事業は、14400フィートの改良した水路と、28000フィートの土の堤防、4つのポンプ場、内水排除施設および4つの高速道路の橋と鉄道橋のかけかえから成っている。舟航施設には、航路と棧橋、モーターボート等のひきあげ斜面が含まれる。

利点 — 水路化には3つの大きな利点がある。

1. 多角的利用 — 水路化は、以前には航行できなかった川における航行や、きれいになった岸辺地区に沿った自転車道等のような、他の利用のための機会を提供する。

2. 景観としての価値 — 公園になっていない多くの自然の都市河川では、土石が堆積し見苦しい。水路化は人工的ではあるが、そのような自然河川の景観をかなり改善する。

3. 水路化は、すでにはんらん原に建てられた地域社会の洪水に対する安全性を増す。

欠点 — 水路化には6つの主な欠点がある。

1. 浸食/流出土砂制御 — もし土が肥沃でないかあるいは高度に浸食性である場合には、人工的な表面の覆いをほどこさなければ、浸食が水路内に起る。高速の流れは、捨石あるいは安価な河床材料よりは、鉄筋コンクリートの裏張りを必要とするかも知れない。

2. 野生生物 — 水路化と堤防は、魚や野生生物の生そくには逆の効果があるかも知れない。

3. 効率 — 水路化は、ともすると雨水管理問題を他の地区に移すので、一つの地区を水路化することは、他の地区の水路化に通じるといったことになる。また、堤防の建設によるはんらん原内の貯留の消滅は、下流のピーク流量を増加させる。

4. 堤防のうしろ側でせきとめられた池が生じるが、それは景観上かつ健康上の問題の原因となりうる。

5. 堤防による水路の建設は、堤防化された水路内における流れの水位の上昇を生じるために、しばしば堤防化された水路の上流あるいは下流の水位の上昇を生じさせる。

6. 景観としての価値 — きれいな河川の景観的な価値は、水路化により害されることがある。

7. 水路化は安定な条件とは必ずしも一致しない。すなわち、維持管理が問題になる。

費用 — 水路化の費用は、工法の種類および同じ工法の中でも広く変化する。相対的な費用を評価するために、異なった工法の単価について、次のようなあらひ評価を行っておく。

掘 削	25~65ドル/立方ヤード
捨 石 (riprap)	25~35ドル/平方ヤード
じゃかご (Gabious)	25~30ドル/平方ヤード
コンクリート舗装 (6~77'の厚さ)	23~27ドル/平方ヤード (鉄筋コンクリートに対して は50%増し)
土地のかたづけ (Land clearing)	550~650ドル/森林エーカー
種をまく (Seeding)	550~650ドル/エーカー

適用性 — 水路化は、通常は下流においてすでに開発されたところを守るための主要な排水事業として用いられている。これは、自然の排

水路網の使用を一般的な方針としているところでは特に正しい。水路化される地区は、築堤あるいは堤防やえん堤の建設のために利用するのが適しているところに位置してなければならない。草をはった水路として利用するためには、土壌の肥沃さが考慮されねばならない。

堤防はすでに、はんらん原にある建物の防衛、あるいは上流の開発とともに、はんらん原が広がるが、それが私有地を侵害するのを防ぐのにも役立つ。

2.1.2.2 堆植物の除去 (Debris removal)

水路からの堆植物の除去は、洪水流の疎通能力を増大する。倒木やごみ、木の葉、たるやタイヤなど(図-4参照)の堆積は、しばしば水をせきあげたり、局地的なはんらんを生じさせる。

技術の現状 — 堆植物の除去は、本質的には人力による作業である。典型的には、土木の職員が、慢性的なはんらん問題のある所の水路内と隣接した岸周辺部の堆植物を取り除く。公共の利益を考えるグループは、しばしば景観上、そして洪水防衛の目的で、堆植物の除去のポンサーとなる。

本地区での現状 — M-NCPPCの公園部は、小橋 (foot bridges) やピクニックテーブル、ごみかごなどの洪水時に流される物の除去と同様、しばしば渡り橋にひっかかる堆植物を取り除くことが必要となる。

利点 — 堆植物の除去によってもたらされる主な利点は、現有の排水システムを利用できるということである。堆植物の除去は、すでに存在している自然、あるいは人工的な排水路のより効率的な利用を可能にすることになる。

欠点 — 堆植物の除去の主な欠点は、その実施回数に関係している。除去の効果は、しばしば次の降雨までの期間である。堆植物が再び溜まるまでしか続かない。

費用 — 労働力を非常に必要とするので、堆植物の除去費用はほとんど労働量の関数である。次表は4人組に対する1日当りの堆植物の除去費用を評価したものである。

4人組が1日当り3トンの堆植物を除去でき



図-3 ごみでせきとめられた河川

項 目	費用/日
8立方ヤードダンプトラック	35ドル
監 督 者	55ドル
労 働 者(3人)	120ドル
廃棄コスト(3トン)	18ドル
	228ドル

ると仮定すれば、堆積物は、多分1トン当り65~75ドルの程度であると思われる。1日にきれいにされる水路の長さは、川の大きさと流れへの接近のし易さおよび、堆積物の程度による。

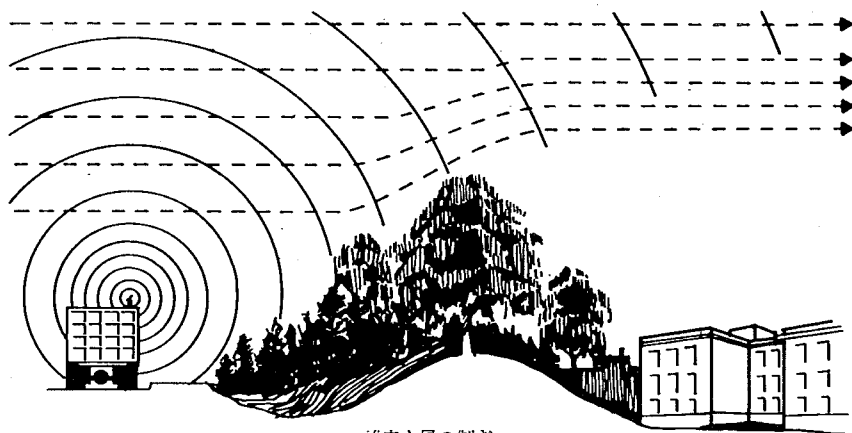
適用性 — 堆積物の除去は、背水問題を生じる橋や他の障害物に対する物の堆積を防ぐためには、特に効果的である。

2.1.3 自然の地下水システムの利用

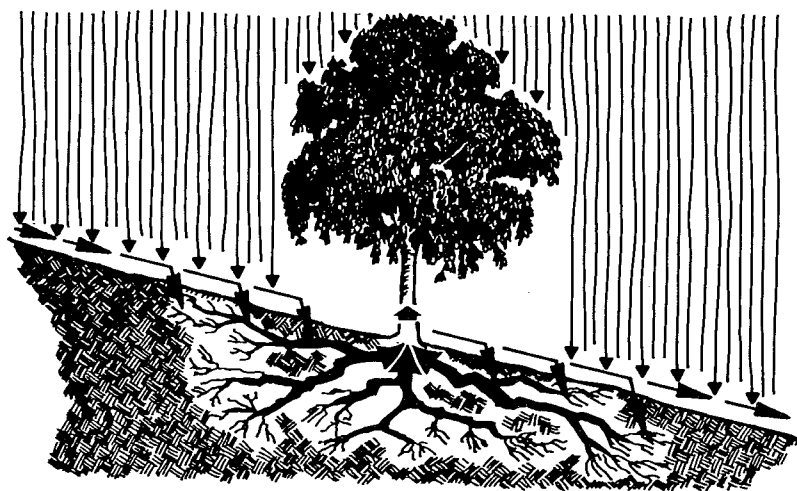
2.1.3.1 自然の浸透の最大化

浸透の増大は、初期の流出を減少させる。地下を通じて透過することにより水が川へ到達するには、地表を流れるよりもずっと時間がかかる。というのは、水は地下水システムを通じて非常にゆっくり動くからである。このようにして、浸透した水は地下に一時的に貯えられるので、ピーク洪水流量を減じる。

技術の現状 — 一般に、植生で覆われた地区は、裸地よりもずっと高い浸透性を有しており、地表をゆっくり流れる水は、速く流れる水よりもより浸透の機会を有している。その地区の植生による被覆の割合を増加させたり、あるいは流出を引きとめて草深い地区へそれを導びくような事業は全て、地下へ浸透する雨水の割合を増加させる。浸透した水は土を運ぶことができないので、これらの事業はまた浸食の制御を助ける。農業、建設あるいは、山林管理の事業の



雑音と風の制ぎょ



浸食の制ぎょ

図一五 多くの利益をもたらす景観植物の維持

いくつかは、浸透性を増加させるために適用される。

健全な山林管理や造園 (Landscape architecture) 事業は、土砂を保護し、流出を制御する。山林管理は、第一義的には都市化していない地区に関係し、一方造園事業の多くは、都市化している地区を取り扱う。

林地から草地に1エーカー変化させると、流出は増加する。その結果、造園が木の被覆を保つことができる時には、それはよい雨水管理事業となる。屋根排水とか、歩道とふち石の間などに植生を植えるような事業は、開発における不透透面積の割合を減じる。不透透面積を減らせばもちろん流出は減少するし、また排水システムの容量を小さくできるといった他の利益をもたらす。植生に関する他の多くの利益もある。すなわち、樹木は空気中のほこり粒子をあてで地面上を流れるように引きとめ、蒸散によって空気を冷却し、日光をさえぎる。樹木と草は土砂流出を制御し、流れを制御する (図-5参照)。さらに植物は野生生物のすみかとなるし、風と雑音の制御も助ける。

良い山林管理は、また土砂を保護し、流出の制御をする。可能な時には、完全に刈りとることをさければ、流れのそばでの流出と土砂を最もに保つことができる。同様に湿潤な季節 (すなわち春の雪どけ) に切り倒すことはさけるべきである。すべり止めの道は、流れや急斜面をさけながら適当に配置されねばならない。すっかり切りとられた地区、すべり止めの道、および荷を積む所 (loading area) に種をまくこと、樹木を植えることは流出と浸食を減じる。

通常の農業事業に関連した工事には、芝張りの水路、山腹に沿って溝やうねを作ること (contouring)、細長く植物を植えること (Strip-cropping)、段を築くこと (terracing) などがある。

芝張り水路 (grass water ways) は、浸食を防ぎ、迅速な浸透を許すような草のよく繁った、自然あるいは人工の水路である。土砂によって吸収されない水を完全に輸送し、あるいは浸透させるために草をはりつけた水路に導かれる。

コンターリングとは、斜面の等高線沿に農作

物を配置する行為をさす。水はこの作物の列によってとめられ、地中に吸いこまれるか、あるいはゆっくりと水路の出口へ流される。

細長く植物を植えつけることは、いくつかの異なる農作物を交互のあぜに植えることをさす。例えばクローバーのような密生して成長する農作物は、とうもろこしのようなあぜの農作物としばしば交互に並べられることがある。密生して成長する農作物は、水を引きとめ、土砂流出を制御する能力を増加させる。

段を築くことは、低い土のうねを意味し、それは等高線に沿って丘をまわる。等高線間のみぞは水が吸収されるまでそれを保持する。それらは、あるところではゆるやかな勾配をつけられて、流過する水のいくらかを草をはった水路に流し、そこでは浸食を生じることはない。

通常の流出と浸食を防ぐための建設作業では、建設、現存する植生の被覆の維持、裸地の根おい (mulch) 等の段取りがかんじんである。適当に計画された建設計画によって、裸地の露出を減少させることができる。例えば、開発のためにもし全森林地帯を伐採しなければならないとしたら、全工事期間にわたってその全域が露出されるより、作業されるに従ってその各部分が伐採されるべきである。植物による被覆は可能な限り、乱されることがなく残されるべきであり、整地した地区においては、可能な限り再びすぐに植えるべきである。根おい (mulches) は、再植生のために都合のよくない期間を通じて、露出している地区を防ぐために用いられる。

利点 — 自然の浸透を最大化することによって導かれるところの3つの大きな利点がある。

1. 浸食/土砂制御 — 流出が減少するために、流出によって引き起こされる浸食もまた減少する。
 2. 自然の排水システムの利用
 3. 地下水のかん養と帯水層の飽和
- 欠点 — 植生は維持管理を必要とする。草は刈らねばならないし、木は枯れると除去する必要がある等。

費用 — これらの技術は、計画の段階で適用されれば、最小限度の追加費用ですむだろう。

流出と浸食の制御の利益は、しばしばどのような費用との差引勘定よりも高くなる。

ある建設会社は、土地を切り開く費用が上昇し（現在550～650ドル/森林エーカー）、再植生の費用が上昇する（現在40ドル/木1本）につれて、木をめぐって動く機具を使うほうが、全ての木を切り倒すよりはより安上がりであることを見出した。

適用性 — 最大の利益は、この雨水管理技術の利用が、事業の最初から、すなわち計画や設計、新しい開発の建設を通じて適用されることによりえられる。自然の浸透を最大化する技術をあとからの正の手段として適用することはより困難である。

2.1.3.2 浸透池 (Infiltration Beds, 乾井戸 (dry well) を含む)

浸透性の床を雨水管理に用いる目的は、雨水流出を集め、それをゆっくり地下に浸透させることにより、ピーク降雨期間を通じて水路に入る雨水流出総量と強度を減じるためである。

技術の現状 — 浸透池は、新しい商業地域においては、たまにみかけられる。浸透性の地表面の面積と浸透能力による貯留容量との関係図は、浸透地の設計に必要である。

注入井戸は、ハワイ地区において洪水を軽減するために設置された（ピーターソン、ハーガス、1973）。用いられた注入坑は、2～5フィートの直径で、7～15フィートの深さの堅坑である。岩の下に横たわる高い浸透性の地帯は、深い注入井の利用のための理想的な地質学上の状況を示していた。土砂による目づまりが主要な問題となっている。

サイフォン型の装置を通じて井戸に入ってくる雨水は、サイフォンが井戸に入ってくる土砂やごみの量を減じることができるので、よく用いられる設計テクニックとなった。

本地区での現況；浸透池（乾井を含む）としては、商業用のビルディングのまわりやアパートの庭、駐車場などが用いられている。このほかの例では、道路の排水（路）がないドイツ地区の一部や同様に下流側の住民が公園内に作られたテニスコートからの流出を忌避したので、そ

の公園の中に、それぞれ備えられた。

7つの浸透池と乾井雨水構造物は、土砂制御特別委の現場評価委員会により評価された。委員会のメンバーには、モンゴメリー郡の技術者と計画者、連邦土壌保全局（USSCS）、M-NCPPC、民間のコンサルタント、その他の民間団体が含まれていた。浸透池の設計は、石の間（関与する不浸透池表面6平方フィート当り1立方フィートの石で満たされた貯留）の空間内に0.7インチの流出を貯留することになっている。

説明 — 乾井は一口でいって堅坑であるが、土地の一部を掘り返して岩石を入れた浸透池が、より一般的である。低地（swales）、斜面（grading）、排水溝などによって流出水は、流入口のスクリーンへ導びかれる。このスクリーンは葉っぱやその他のくずを浸透する前に防ぐためのものである。

利点 — 乾井と浸透池を利用することには、3つの利点がある。

1. 現有する自然の排水システムの利用。井戸には自然あるいは勾配をつけた低地を通して集水され、自然の地下水システムへかん養する。
2. 地下水のかん養
3. 土地の必要性 — ある種の地表の土地利用は可能である。

欠点 — 乾井戸と浸透性の床の利用には2つの欠点がある。

1. 土地の必要性 — 地下においても、乾井戸はしばしば緊急余裕用の集水池面積を、床のまわりに必要とする。というのも、井戸の故障があるとはんらんを引き起こすからである。
2. 維持管理 — 石は、もしそれらが目づまりすれば、掘り返し、置き換える必要がある。維持管理は、土砂と浮遊物を除去する設計により少くすることができる。

費用 — 一般的に、乾井戸と浸透性の床の建設費用は、次のようなものである。

1. テストボーリング（6インチ平均）— 10～12ドル/フィート
2. 掘削 — 5.50～6.50ドル/立方ヤード

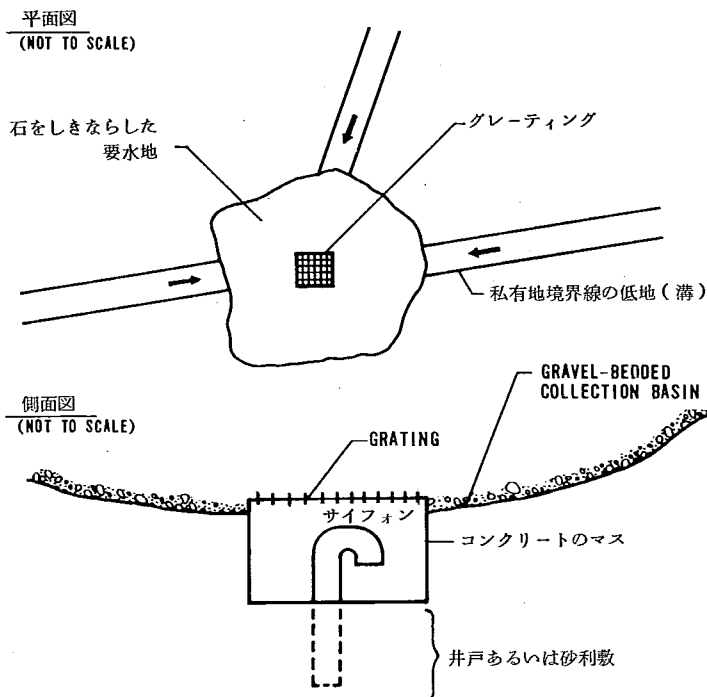


図-6 小地区に対する乾井戸の概念設計

3. きれいな石の充てん — #4 のバラスト
5.00 ドル/立方ヤード (2.700~3.000 ポンド/立方ヤード)

まだ公表されていない調査 (MSCD, 1973) によれば、8つの浸透施設のうち7つに関して貯留立方フィート当り、1.41~2.58 ドルの範囲を示している。この費用の範囲は、これらの施設の多くが1971年に作られたので、今では多分低いと思われる。もし広範な土質調査あるいは分流槽 (distribution box) などが用いられたなら、費用単価はずっと高くなると考えられる。

適用性 — 土は迅速な浸透性を有し、氾濫や高地下水位により影響を受けてはならない。乾井戸 (浸透池も含む) は、水供給源のすぐ上流には位置すべきではない。というのは、雨水流出は、大腸菌や他の汚染物質をかなり多量に含

んでいるからである。

2.1.3.3 浸透性舗装

ある地区の水文学的な安定性に対して開発が及ぼすマイナスの効果は、雨水の自然の排水パターンを変える、不浸透地表面による広い土地の被覆に、その多くの部分がかかっている。浸透性舗装の利用は、それが雨水を地下へ浸透させるので、開発地区において生じる流出量の減少を助ける。加えて、開発による洪水ダメージポテンシャルを減らす。

技術の現状 — 浸透性舗装は、少なくとも12年の間にわたりアメリカ合衆国西部で高速道路や滑走路 (runways) に用いられて来ているが、それは不浸透面上の表層被覆として用いられていることが常であった。浸透性舗装を初めて適用したのは、ニューワークのデラウェア大学

の駐車場3100平方ヤードの敷地であった(ENR, 1973年10月11日)。ここでは深層の骨材上にキャップアスコンを使って施工した。試験の結果は、ほこりや油のしずくは孔をふさがず、雑草は基部を貫通して芽を出すことがないということであった。材料は非常に満足できるものであったし、その舗装の費用は、排水路を有した従来の舗装材料の費用に比べて安かった。

フランクリン研究所(フランクリン研, 1972)は、実験室においてその浸透性の物理的な可能性を立証した。実物大の試験が、テキサス州のウッドランズのニュータウン計画において計画されている(エバーハート, 1973)。

説明——フランクリン研究所は、浸透性アスファルトコンクリートを見い出した。それは、重量で5.5%のアスファルトを含み、1時間当たり70インチまでの水を流し、しかも最適な道路材料であるように配合されている。安定性、耐久性そして凍結・霜害の耐性など種々の試験

によって、この材料が道路建設に適していることがわかった。浸透性のアスファルト・コンクリートは30年の寿命をもち、従来のアスファルトコンクリートと同じくらい強く、維持管理の必要性は従来の舗装と同じくらいである。

利点——浸透性舗装の使用に関しては、5つの大きな利点がある。

1. 浸食/土砂制御——道路わきの植生は浸食を防ぐことを助けるが、この植生はこの舗装周辺やその下の土の高い湿度のおかげをことうむる。また流出の減少によって、浸食ポテンシャルも減じる。
2. 自然の排水システムの利用
3. 地下水のかん養
4. 高速道路の安全は、急速な水の除去がすべり抵抗と可視度を強めるので改善される。
5. 浸透性舗装の表面は、舗道のふち石や道路ぞいのみぞおよび雨水排水路を必要としない。

舗装の種類	費 用		便 益				
	排水施設付 在来舗装 (ドル/平方ヤード)	透水性 舗装 (\$/sqrd)	合 流 式 下水道問 題の軽減	上 水 道	平水の保全 と洪水防御	植生の保全	不要棧石分
			付加便益 (\$/sqrd)	付加便益 (ドル/平方ヤード)	付 加 便 益 (ドル/平方ヤード)	付 加 便 益 (ドル/平方ヤード)	付 加 便 益 (ドル/平方ヤード)
駐 車 場	473	636	554	0.15-0.42	1.00-2.00	0.50-1.00	
住宅地							
通 常	7.20	6.35	5.54	0.29-0.83		0.50-1.00	1.50-2.40
高 級	10.23	6.38	5.54	0.32-0.92		0.50-1.00	1.50-2.40
街 路							
郊 外	8.40	6.38	5.54	0.29-0.83			
市 内	18.20	7.66	5.54	0.32-0.83			
郡 道							
低 級	9.20	6.44	5.54	0.29-0.83			
通 常			5.54	0.33-0.84		0.50-1.00	
高速道路							
2車線	14.50	7.36	5.54	0.33-0.84			
4車線							
アスファルト	23.88	8.48	5.54	0.33-0.84			
コンクリート	25.83	8.64	5.54	0.39-1.12			
遊 戯 場	4.55	6.34					

フランクリン研究所(1972)の報告より

図一7 透浸性舗装のコストと利益

欠点 — 浸透性舗装の使用には2つの大きな欠点がある。

1. 効率 — 浸透性舗装の有効度は、土の特質に依存する。

2. 浸透性舗装は、現実環境のもとで評価されるべきである。というのは、可能性や利益についての多くの主張は、実験室における試験に基づいているからである。まだ発見されていない大きな欠点があるかも知れない。

費用 — 図-7はフランクリン研究所の研究から、多孔質舗装や排水システムを加えた従来の舗装の費用を比較したものである。またこの図には、浸透性舗装の使用による付加的な利益のうち、いくつかの金銭的な評価が含まれている。これらの数字によれば、多くの適用において浸透性舗装は、他の付加的な利益を考えなくても、従来の舗装よりも安いことがわかる。

適用性 — 浸透性舗装は、高速道路建設や駐車場、ショッピングセンター、歩道などに用いることができる。ある種の場合には、浸透性舗装は、不透透の地表面に適用されてそのいくつかの利点を利用することもできる。土壌の状態によって、浸透性舗装が有益である設計パラメータとその範囲が指定されよう。アメリカ合衆国における土壌のおよそ75%は、浸透性舗装の使用に適している (Engineering News Records, 1973年)。

2.2 過剰流出量の貯留 (Storage of excess runoff)

雨水流出の貯留の基本的思想は、過剰流出量を被害が生じないような場所 (地表面、または人工施設) に集めるということである。貯留場所は、地下水槽のように一時的に貯留するもの — これは動的貯留 (detention) といわれる — と、貯水池のように永続的に貯留するもの — これは静的貯留 (retention) といわれる — とに分かれる。

タンク、トンネル、地下貯留池、または地下水管内の施設における地下貯留と貯水池や種々の

タイプの池での貯留などがある。

2.2.1 地下貯留 (under ground storage)

2.2.1.1 トンネルおよび地下貯留池 (tunnels and mined storage)

表題の施設では、余剰雨水は堅穴を通して、トンネルおよび地下貯留池へ流入する (図-8参照)。トンネルはオーバーフロー分を高流速で地下貯留池へ流し込む。

降雨が終ったのち、貯留されたオーバーフロー分は通常の集水システムへポンプでもどされる。

技術の現況 — 最近のトンネル建設技術とトンネル掘削機械の進歩により、地下貯留が可能となり、貯留に利用できる大口径のトンネルを計画できるようになった。トンネル掘削機械 (Mole) は、普通の状態では28フィートの径のトンネルを掘ることができ、機械のトンネル掘削費は、せん孔と発破によって掘削されるトンネルの掘削費よりもかなり小さい。さらに、これらによって掘削されたトンネルは、円形でなめらかな壁をもち、しばしばコンクリートライニングやインパートコンクリートを必要としないことがある。地下貯留の2つの有名な例は、ボストンディープトンネル計画 (Parthun, 1970) およびシカゴディープトンネル計画 (ウィスコンシン・ミルウォーキ大学) である。これらの貯留システムは、合流式下水道の越流水対策を第一としたものである。しかし同じ技術が、雨水の過剰流出量が問題となっている集水システムにも応用できるであろう。

説明 — 地下貯留システムにおいて、各々の越流地点には、越流水を地下システムに流入させるための堅穴がある。堅穴の中には、他の用途にも使用されているものもある。人や機械を入れるための堅穴や掘削した土砂を運び出す穴は越流水を流入させる穴よりも大きい。

トンネルは、地表にある橋や建物や記念碑の基礎の安定性をそこなわない深さの基岩中にコンクリートライニングされ建設されている。これらはまた、計画中の地下構造物にも影響を与

* 単純に流出量と解してよい。

えないような位置にある。

地下貯留池は、自由水面をもつ十字に交わった地下水槽から成っている。地下貯留池を建設する方法は、在来の深穴工法（せん孔し発破する方法）で岩を掘削し、ずりを鉄またはゴム車輪の運搬機で堅穴に運ぶ方法が用いられる。

貯留施設は、いくつかの部分に区切られ、そのうちの一部は沈砂池として使われる。これは排砂に有効である。地下貯留池のコンクリートライニングは、各貯留システムが堅穴の底に断層や弱層がある場合か、特別に大きく掘削された穴の近くだけに行われる。

利点 — 地下貯留を使用すれば、3つの大きな利点がある。

1. 用地 — 建設に必要な用地は工事期間だけ使用する。その後、土地は元にもどされる。またこの方法は、地形の制約を受けない。しかし建設費は、現地の岩の量と岩質によって

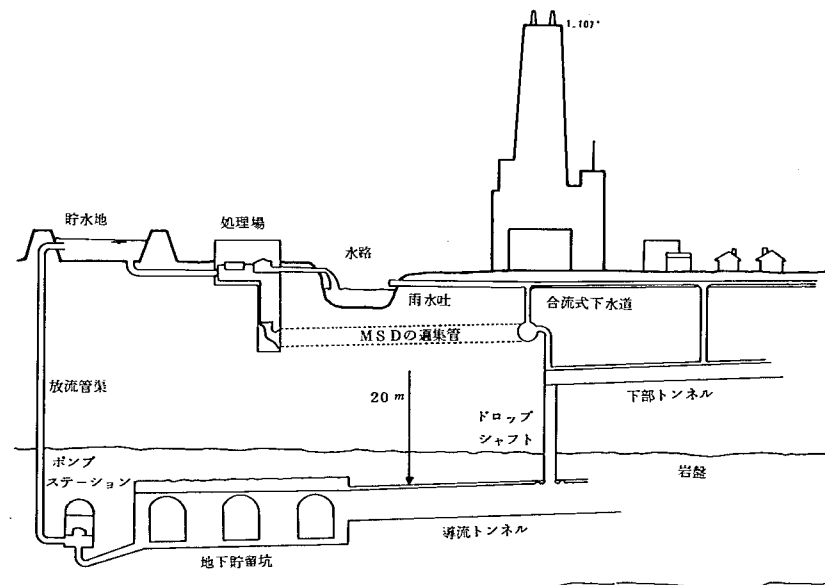
大きく変わる。

2. 公共生活に与える影響 — この方法は、居住者や通行人への迷惑もなく、立ちのきも全く必要としない。すべての工事は地下と表通りからはずれた場所で行なわれる。唯一の交通は、掘削土砂の運搬である。土砂の運搬は、交通量の少ない時間に行うことができる。しかし、掘削の工程が速い場合には、連続的に運搬する必要がある。

3. 適当な管理を行えば、トンネルと地下貯留池は永年使用することができる。

欠点 — 地下貯留の大きな欠点は、システムを維持管理することが困難なことである。深く、大きな広がりをもつ地下貯留施設から、効率的に土砂を取除くのは、問題である。

費用 — 地下の貯留量はトンネルと地下貯留池からなっており、その概略費用は、1970年の Roy, F, Weston, Inc. の報告を現在の価格に



ウィスコンシン・ミルウォーキー大学 1970 の論文から

図-8 デープトンネル計画（標準断面）

トンネルの費用				地下貯留池		
トンネルの直径 (フィート) (m)		費用 (ドル/長さ1フィート) (ドル/m)		貯留容量 (百万立方フィート) (千 m^3)		総費用 百万ドル
8	2.44m	590	1,934	8	227	11
10	3.05m	690	2,262	13.4	380	17
15	4.58m	880	2,885	26.8	760	30
20	6.10m	1,100	3,607	66.8	1,895	68

修正して以上のとおりである。

適用性 — その地域の地質が地下掘削に適している必要がある。この方法は、利用できる土地がない場合、地価が高い場合や既成市街地において適用可能である。地下貯留は、貯留容量が5千万ガロン(19万 m^3)以上の場合に適している。坑道や採石所が、すでにある地域では、排水と貯留システムを既存する容量に合わせて設計することができる。

2.2.1.2 流路内構造物(in-line structure)

流路内構造物は理論的に見ると2つの見方ができる。1つは、パイプや地下タンクによる貯留と同じ見方で、貯留容量として考えられる。もう一つは下水の容量を大きくしたと考える見方である。

本地区での施設の現状 — 径を大きくした雨水管は、この二郡地域の雨水管理の施設として一般的なものである。あまり一般的ではないが、商工業地域では雨水を貯留するタンクとして使用されている。一般に地下水槽か、鉄製のタンクである。

説明 — 合流式下水道の流路内構造物の例は、図9のように大きさが65ft(20m)、20ft(6m)×2マイル(3.2km)の鉄筋コンクリートに囲われたものである。せき、ゴミよけ装置、堆積物のフラッシュ装置、塩素注入装置と臭気防止装置をもっている。この構造物から、塩素注入装置と臭気防止装置を除けば、雨水管の施設として利用できる。

利点 — 流路内構造物の利用には次の3つの利点がある。

1. 用地 — 施設完成後は、わずかな用地しか必要としない。構造物の上の土地は他の目

的に利用できる。

2. 維持管理 — 堆積物フラッシュ装置あるいはその他の除去装置は多少維持管理が必要であるが、他の施設は維持管理を必要としない。

3. 寿命 — この施設は長い期間機能を発揮する。

欠点 — この施設の大きな欠点は、効果が小さいことである。貯留容量は小さく、洪水到達時間を大きくする効果しかない

費用 — モンゴメリー郡における雨水管理に関する未発表の調査(モンゴメリー郡SCD, 1973)によると、現地貯留を行うために付け加えた地下パイプの追加費用は、容量1立方フィート(0.03 m^3)当り、25ドルから4ドルの範囲にある。パイプの径と流入口、流出口の構造物によってこの費用の範囲を動く。一般的に可能な限り、大きな径の管を用いることが費用を小さくする方法である。

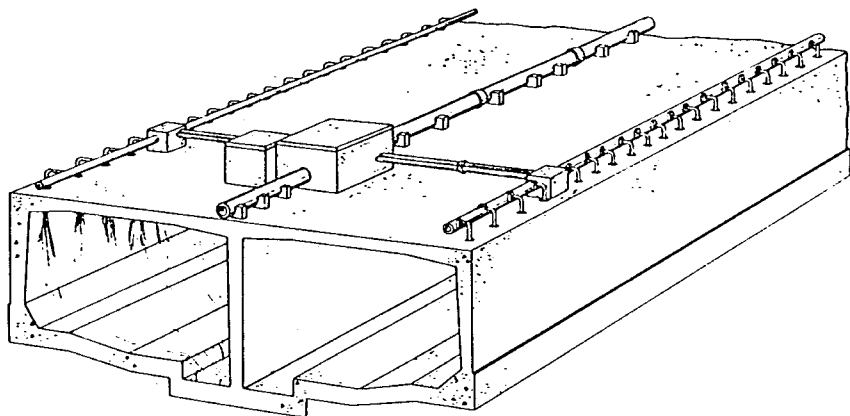
適用性 — 自然排水が不可能になった都市域または雨水管が計画または、改良されようとしている都市域に有効である。水路内構造物は用地が少なく、地価が高い都市化地域に有効である。

2.2.2 地表面貯留(surface storage)

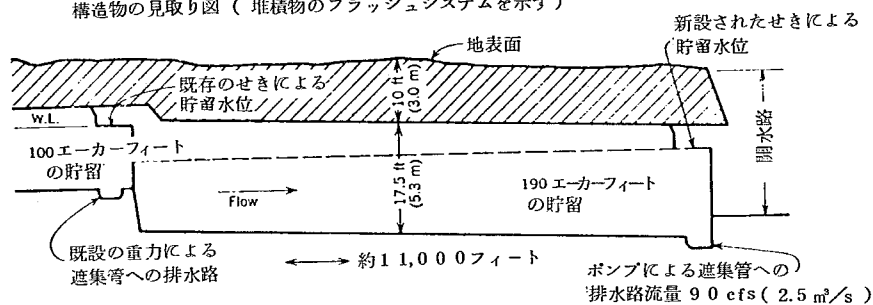
2.2.2.1 河道内貯水池(on-stream reservoirs)(1)

河道内貯水池は、洪水防御、レクリエーション生物の保護、流出土砂抑止の多目的に利用できる

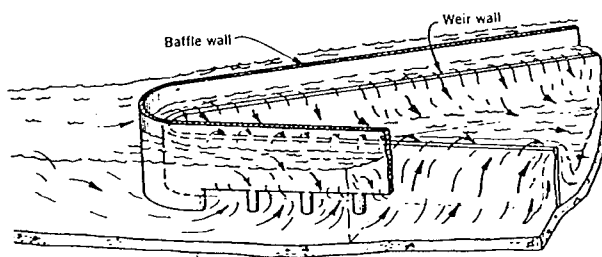
(1) このマニュアルで使われる河道内貯水池とは、少くとも2000エーカー(800ha)の流域をもつ大きな貯水池を意味している。



構造物の見取り図（堆積物のフラッシュシステムを示す）



植物の側面図（縮尺は正しくない）、長さ11,000フィート（3.35 km）既設の貯留容量と、新設の構造物を示す。放流される量は、既設の遮集管の大きさによって決まる。



放流口の見取り図、堰とバッフルウォールを示す。これらの施設は貯留水位を調節し、浮遊物質の流入を防ぐ働きをする。V型の構造は、せきの天端長を長くするために採用されたものである。こうすることによって水頭損失が小さくなり、せきを

越える流速が小さくなる。V型構造は真つぐな堰と比べ構造物を小さくでき、さらにせき上流部の面積を小さくし、下流部の面積を大きくする働きもする。

• Source: Biehl and Waring, 1972.

図-9 計画中のデトロイトの水路内貯留施設

る。河道に造られる貯水池 (instream poundment) は昔から用いられている一般的な洪水防御構造物である。

技術の現況 — 貯水池からの放水を遠隔操作を行うことは、合衆国の多くの土木建設機関で用いられている。ファブリダムは、ゴムでコーティングされた高強度のナイロン布で膨張させたときダムのように機能するものの名前である。これは、ファイヤーストーン社によって高頻度の洪水 (20年確率洪水以下) の調節に用いるために開発されたものである。これは、収縮させたときその上を水が流れ、上流の氾濫を防ぐことができる。最大のファブリダムは膨張時で幅227フィート (69m)、高さ13フィート (4m) である。

本地区での施設の現状 — ニードウッド湖とフランク湖 (図-10) は、流域防御および洪水防止法 (P.L.566) に基づいてロッククリーク川の流域に造られた多目的の貯水池である。洪水防止と流出土砂抑止の他に、湖水は、魚釣

り、ボート、遊び場、ピクニックや自然センターのようなレクリエーションにも役立っている。

利点 — 貯水池の建設には次の3つの大きな利点がある。

1. 土壌浸食および流出土砂の制御 — 貯水池は流域からの流出土砂を減少させる。

2. 多目的利用 — 貯水池は公園や水に関するスポーツ (ボートや釣り) に役立つ。貯水池は常時または非常時の用水の供給、発電を可能にし、渇水時には、下流の河川に水を供給することができる。貯水池は、より高い水質標準をもつ下流河川に対して水質調節地点として働く。

3. 野生生物 — 大きな貯水池は、野生生物のための広い湿地となる。また下流の流量を調節することにより魚の産卵が盛んになる。しかし、貯水池は、その上流での魚の産卵のために魚道を必要とする。

欠点 — 河道内貯水池には、次の4つの欠点がある。

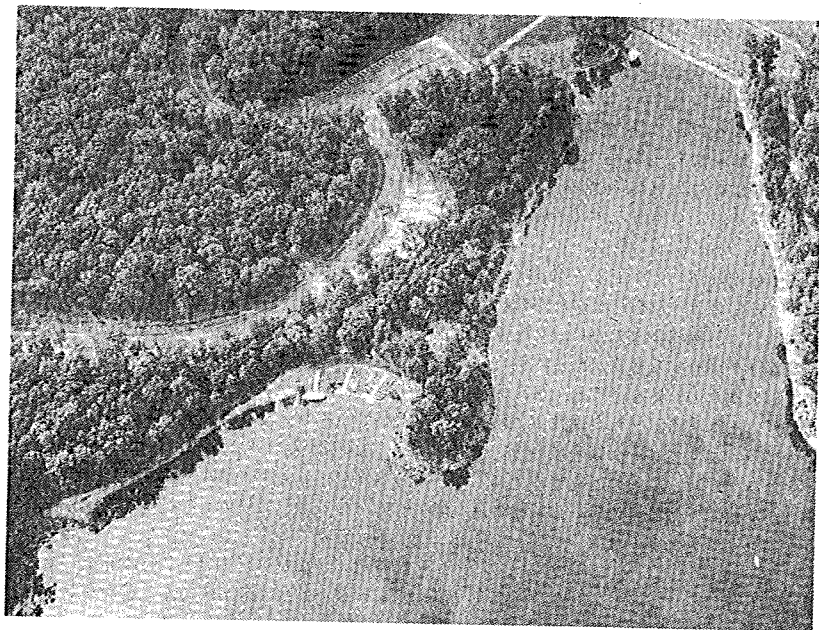


図-10 ニードウッド湖 — 多目的貯水池

1. 用地 — 貯水池は、常時の水面と計画洪水時の水面のために、大きな面積の土地を必要とする。このため、貯水池の水面下に、肥沃な農地が水没する。

2. 現存する施設の移転 — 広い土地に水を貯えるため、民家、道路、橋梁等の施設の移転やとりこわしが必要となる。

3. 操作 — 貯水池には、計画放水量を流すための放水口の操作が必要である。多目的利用の貯水池では、それぞれの用途を最大にするような放水量の操作が必要となる。

4. 有効性 — 蒸発による水の損失を大きくする。

費用 — 貯水池に付帯しているレクリエーション施設の費用は、一般的に貯水施設の費用と同じ位かかる。用地費は、非常に変動が大きく、大きな池では、これが建設の経済性を決める大きな要素となることが多い。年間の維持管理費を見積ることはむずかしいが、技術者によっては、総工事費の1%と概算していることもある。

2.2.2.2 貯水池 (ponding)

雨水の貯水によって洪水中に水路より流入する雨水をカットして洪水と土壤浸食の制御を行うことができる。貯水が可能な場所は、多数考えられる。構造物上、構造物中の貯留（地下室・屋根上）、自然の池や人工の池（採石場等）が一般的である。よく用いられる貯水技術は以下の節に述べてある。

雨水の現地貯留 (On-site Ponding) を流域に適用する場合は貯留を行うことが有効であるか（すなわち、流域全体でのピーク流量が小さくなるか）を調査する必要がある。例えば河川の下流部で雨水の貯留を行うと、下流端でのピーク流量は増加する。また現地貯留には、維持管理の問題が必ず生じる。建設後の維持管理で一番大きな問題は、施設の所有者が変わることである。実際、貯留施設の設計は維持管理を考慮して行う必要がある。

2.2.2.3 現地貯留池 (On-site detention / retention ponds)

現地貯留池は、貯留の方法として最も一般的

に用いられるものである。これらは、大規模なものから小規模なものにわたって使用されている。これらの池は、洪水及び土壤浸食に対して有効であり、既設の排水路への流出ピーク量を減少させる。

技術の現況 — 1972年のAPWAの研究基金の調査^{*}によると、公共機関の46%が、その行政区域内に現地貯留施設が造られていると回答している。住宅開発に伴う地表面での貯留が最も一般的な施設である。貯留技術としては、廃止された石切場 (quarries) を利用した施設もある。

特徴的な設計としては、ゴルフコースの2段の池による貯留がある。— 1つは、常に水面があり、1つは水位が変動する。下の池は、上の池に対して、付加的な貯留として作用している。土管を通じての余剰流量の放流量は、下流の水路のピーク流量を大きくしないように制限されている。

特殊な雨水貯留施設が、この二郡地域にもみられる。それは、開発によって生じる流出増を下げるための河道内 (in-stream) 構造物である。ここでは、頻度が高い降雨については、カルバートが通っている小さな堤防で洪水を貯留し、頻度が低い降雨は、数フィート下流にある大きな堤防で貯留され、2つの大きなカルバートで流される。大洪水は、大きな堤防の横にある非常用の土の余水吐で流される。

本地区での現況 — 貯水池は、二郡地域の新規開発においてきわめて一般的なものである（図-11）。このような池は、州の土壤浸食および流出土砂防止法に基づいて利用されており、また多くの池が、沈砂池と併用されている。貯留の義務付は、この二郡地域において有効に働いている（土壤浸食および流出土砂防止参照）。

ある石油会社の開発では、国道の下を通っているカルバートが開発計画地域からの雨水流出量に対して十分でなかった。しかし、その開発計画に合せてもう1つのカルバートを造ることは費用がかかりすぎると思われた。そして現地貯留が経済的な代替案であることがわかった。

^{*}土研資料 第1068号

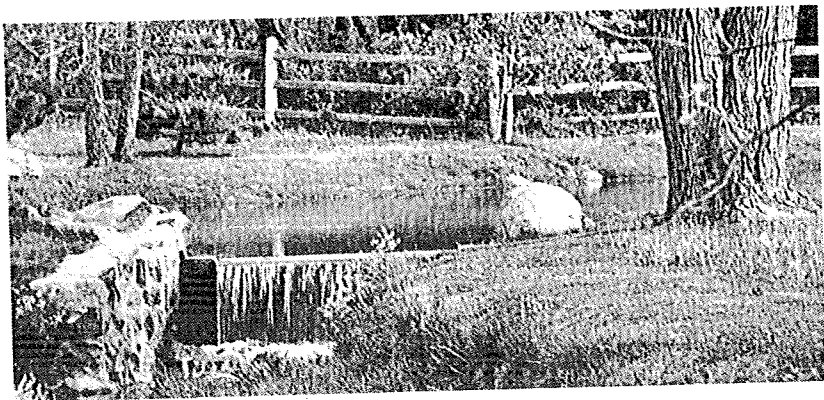


図-11 貯水池

説明 — 現地貯留池の建設は、掘削や盛土が必要となり、掘削や盛土の量は、必要な貯留量によって決まる。標準的な池の設計に対して必要な用地は次のとおりである。

貯留量 (百万ガロン) (m³)		標準形 幅×長さ×深さ	用地 水面のみ		全用地 30フィートの余裕を含む	
0.04	151	50' × 105' × 1' (15m × 32m × 0.3m)	0.1エ-カ	0.04 ha	0.4エ-カ	0.16 ha
0.1	379	100' × 105' × 1.3' (30m × 32m × 0.4m)	0.25	0.1	0.6	0.24
2	7,570	200' × 400' × 3.4' (60m × 120m × 1.0m)	1.8	0.72	2.8	1.12
5	18,925	400' × 400' × 4.3' (120m × 120m × 1.3m)	3.6	1.44	4.9	1.96
10	37,850	500' × 520' × 5.2' (150m × 156m × 1.6m)	5.9	2.36	7.5	3.00
50	189,250	800' × 1040' × 8' (240m × 310m × 2.4m)	19.0	7.60	21.7	8.68

この表は必要な用地の概略の範囲を示しているものであり、設計の示方書として用いてはならない。貯留量は、流出計算によって決められる。貯留量又は許容流量が条例によって決められている場合は、排水区の大きさは、付録Cに示されている方法によって求められる。

利点 — 現地貯留池を用いる利点は次のとおりである。

1. 土壌浸食および土砂流出防止 — 池は流出土砂の沈砂池だけでなく、ごみの集積池としても働く。またピーク流量を下げることは流出土砂を減らすことになる。
2. 施工性 — ほとんどの場合、池の建設は比較的簡単で単純であり、複雑な設計計算を必要としない。
3. 有効性 — 池の建設により、都市内の下

流の水路や管の大きさを小さくすることができ、ほとんど既設の水路を生かすことができる。

欠点 — 現地貯留には主に3つの欠点がある。

1. 用地 — この方法はかなり広い用地を必要とし、開発用地として用いることができない面積が大きくなる。

2. 水たまりができないように丁寧に施工する必要がある。

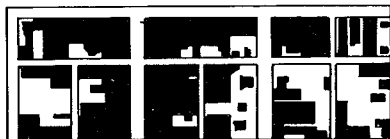
3. 操作と維持管理 — 堆積したごみと土砂の除去が、池の機能を維持するために必要である。常時水のある池は子供に危険である。

費用 — 未発表のモンゴメリ郡における雨水管理費用に関する調査。(Montgomery Country SCD 1973)によると、8つの貯留池の費用は貯留量立方フィート当り0.25ドルから1.18ドルの範囲にある。8つの池の平均コストは立方フィート当り0.72ドルである。貯留池の建設に当り、土地の買収が必要となれば費用はもっと大きくなるであろう。

適用性 — この方法は、超過流量が生じ、開発地において土地に余裕がある場合には最善の方法である。

2.2.2.4 屋根上貯留 (roof top pouding)

屋根上貯留は、雨水を下水管や水路に集中させないで都市内の多くの屋根に分散させるということである。図-12に示すように、都市域では50%あるいはそれ以上が屋根^{*}である。地域に大



黒い部分が屋根

・Chiang 1971より

図-12 標準的な商業地域における屋根の割合

*訳者注：日本の例から見てもこれは少し過大な値と思われる。

きな割合を占める屋根上の雨水貯留は雨水の流出抑制に大きな効果をもたらす。

技術の現況 — 雨水の屋根上貯留はアメリカにおいて洪水防御法としては、それほど広く用いられていない。屋根上はもともと構造的にいくらかの貯留が生じているが、貯留可能量は十分利用されなければならない。屋根上貯留は熱帯や砂漠地域では、利水のために一般的に用いられている。バミューダ諸島などはその例である。屋根からの流出が降雨流出に大きな影響があるという事実は全国で広く認められている。このことは多くの条例が屋根からの排水を下水管に直接接続してはいけないことを決めていることから明らかである。しかしこれも、もし条例等によって規定されなければ、雨水は下流へ流され問題の置換えとなってしまふ。その意味で屋根上貯留は問題の解決を与える。

本地区での施設の現状 — この二郡地域においては、屋根上貯留は、雨水管理上の貯留義務を果たす一般的な方法である。許容流量を流すように計算された屋根上リングを用いれば、通常の建物の設計に修正を施すだけで貯留ができる。この場合、貯留量1立方フィート当りの費用はかなり小さく、0.20ドルから0.50ドルとなるであろう。設計雪荷重の30ポンド/平方フィートはおおよそ水深6インチ(15cm)に相当する。さらに、大部分の建物の屋根はある程度の荷重に耐えるように設計されている。開発地において屋根の占める面積は、必要な貯留量を確保するためには小さすぎるので、屋根上貯留は雨水管理システムの一部として、地表面貯留、地下貯留や浸透施設を組み合わせ使用されている。図-13は、屋根上貯留を含む雨水管理システムの設計例である。

説明 — 新設の構造物に設ける屋根上貯留のための施工規準によると、屋根は4インチ(10cm)の水深に耐える強度を持つべきであるとされている。堅樋は屋根からの雨水流出を抑えて排水するように設計されなければならない。オーバーフロー施設すなわち、非常用の排水施設の設計は構造物の被害、漏水に対して考慮されている。

利点 — 屋根上貯留は、4つの大きな利点が

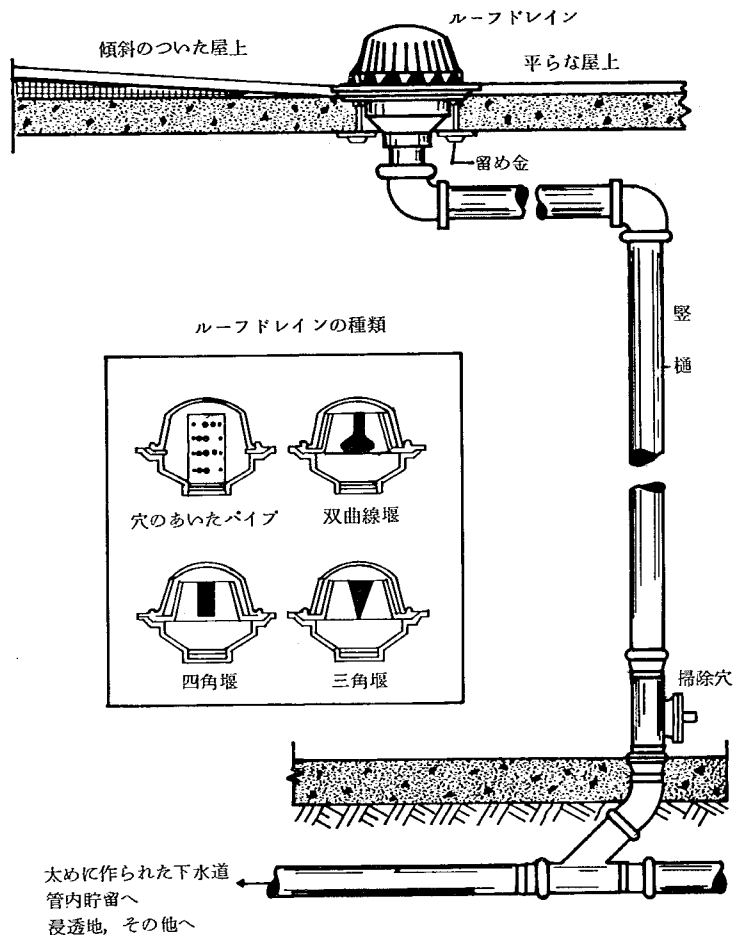


図-13 屋根排水システム

がある。

1. 用地 — 屋根上貯留は用地を必要とせず、大きな容量を生み出すことができる。
2. 多目的利用及び地下水涵養 — 屋根上に貯えられた雨水は再利用の可能性が大きい。貯留水は高所に貯えられているため建物内や周辺で多くの用途に用いることができる。例えば庭の撒水用水、洗浄用水、冷却用水、防火用水として使用できる。雨水は空気中では、地表に比べ、ほとんど汚染されないで、屋

根上の雨水は地表の流出誓に比べ良質である。

このことは雨水の地下水への強制涵養やレクリエーション用の池への利用の可能性を高くしている。離島や乾燥地域では、屋根に貯留した雨水を直接利用しているところもある。

3. 既設の建物の利用 — 大部分の建物は屋根が雪荷重のような超過荷重に対して耐えるように設計されているから、縦樋と屋根の縁を改造することにより、ある程度の貯留が可能となる。新設の建物においては、構造を多

少強くし、計画水深の水を貯えられるように屋根の縁に壁をつくり、漏水防止を行えば、さらに多くの貯留が可能になる。

4. 公共の便 — 屋根上貯留は交通や人々の生活にはほとんど影響を与えない。

欠点 — 屋根上貯留には3つの欠点がある。

1. 施工性 — この手法は、効果を発揮するためには、多くの屋根に施工される必要がある。個々の建物の所有者の受ける利益は必要な費用より小さい。建築規準等により、広い範囲での義務付を行う必要がある。

2. 既設の建物の改造 — 屋根の防水には細かい配慮が必要であり、施設の改造も必要となる。

3. 維持管理 — 漏水は迅速に修理する必要がある、排水施設のごみはとり除く必要がある。

費用 — すでに述べたように大部分の屋根は超過荷重に耐えるように設計されている。新設の建物では、強度を少し追加し、屋根の縁に壁をつくり、防水を行うことによって、小さな費用で大きな貯留量を得ることができる。これまでの大部分の設計では、屋根上貯留が必要となった平屋根の建物は、屋根からの排水口を改造し、屋根の周辺に壁を作ることによって雨水貯留を行っている。

適用性 — 屋根上貯留は、大きな低層の建築物をもつ商工業地域の比率が大きい（50%以上）都市域では、大きな効果をもつであろう。

2.2.2.5 広場及び駐車場 (Plaza and Parking Lot)

広場と駐車場の貯留は、現地貯留施設としてかなり一般的である。

技術の現況 — 雨水管理の方法として広場及び駐車場での貯留は、増えつつある。標準的には、駐車場は最大水深が4～6インチ（10～15 cm）の周辺部の窪地や縁石に囲まれた貯水池に流れ込むように傾斜がつけてある。すべての雨水は、中央の沈砂池を通して少しずつ放流されるようになっている。

本地区での施設の現況 — 駐車場は舗装され、一般的には、集水路や幹線道路へできるだけ早

く水を流すように勾配がつけられているが、ここ近年は雨水管理のため、多くの駐車場と広場は雨水を貯留するように設計されてきた。

説明 — 広場と駐車場貯留は大雨の後でも歩行者や車に不便を与えないような部分を設計しておかなければならない。不便を少なくするために雨水は、大雨の後だけ周辺部に貯留される。

利点 — 広場と駐車場貯留の大きな利点は既設の施設を利用できることである。駐車場貯留は簡単に設計の中に取り込むことができる。貯留水の放流量は、放流口の大きさに制御することができる。

欠点 — 広場と駐車場貯留の大きな欠点は、利用者の不便である。貯留することにより、雨の間は利用者に不便をしいることになる。しかし、貯留域を小さくすることにより、不便を最小にすることが可能である。

費用 — 貯留地域が、駐車場の配置と機能に影響を与えないように設計されれば、実際の費用はわずかである。たいていの場合、駐車場貯留によって生じる唯一の費用は、縁石を高くし、放流量を調節する施設を造ることだけである。これらの費用は最大でも立方フィート当り1ドルである（MSCD, 1973）。

適用性 — 広場と駐車場貯留は、舗装された開発地域、特にショッピングセンターや従業員用の大駐車場に適している。

2.2.2.6 空地及びレクリエーション地域 (Open space and recreation areas)

空地は、雨水を貯留する大きなポテンシャルを持っている。流出水は、窪地や湿地にあるいは一時的に貯留される。これらの技術の最新の集成はFHAが「ブルーグリーン」開発と呼んでいるものである。ブルーグリーン地域とは、常時の水位がダム頂より数フィート低いようなダムを小さな河川に連続的に造ったものである。常時の池の水面はレクリエーションや自然保護のための水域となり、洪水時には雨水を貯留し、洪水防御を行う（図-14）。

フットボール場、野球場や遊び場のようなレクリエーション地域は雨水の一時貯留に使用することができる。これらの地域は通常芝張りされて

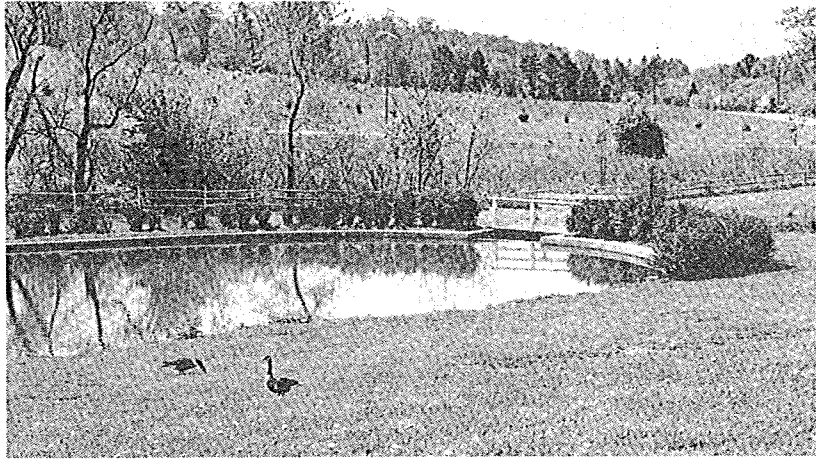


図-14 ブルーグリーン開発

おり、浸透性が高い地域であるので、周辺の雨水の一時貯留に利用できる。レクリエーション地域を雨水の貯留に用いれば、費用もかからず通常のレクリエーション活動の妨げにもならない。

技術の現況 — 地方自治体では、その土地利用細分化規制および区分条例 (Subdivision and zoning regulations) の中に、オープンスペースの確保条項を定めているものが多い。これらの条例の中には、道路や駐車場のような舗装部分を含めず、必要なオープンスペースが開発面積の30%以上としているものもある。

利点 — レクリエーション地域の貯留には次の3つの利点がある。

1. 用地 — オープンスペースを利用した貯留は用地を必要とするが、開発用地をけずらないですむ。
 2. 多目的利用および景観の向上 — 永久池は、オープンスペースの景観の向上としレクリエーション利用に役立ち、周囲の土地の地価を増す。
 3. 地下水涵養 — 土の浸透性は、かなり高く、特に芝生の場合にはいちじるしいので、貯留された雨水はすみやかに浸透する。
- 欠点 — レクリエーション地域の貯留の大きな

欠点は施工性である。このことはある開発地において開発者がオープンスペースを確保する意向がない場合には、貯留地域として利用できる部分が限られてくるということである。また一方PRD開発 (Planned Residential Development) やPUD開発 (Planned Unit Development) では、独立住宅やアパートをできるだけ密集させ、経済的にオープンスペースを配置するように考えられる (この場合は、オープンスペースが建物のまわりにとびとびに配置される)。

費用 — レクリエーション地域の雨水貯留による建設費の増加はほとんどない。

適用性 — レクリエーション地域の雨水貯留は、すべての公園とオープンスペースの設計に適用可能である。

2.2.2.7 道路盛土による貯留 (road embankment ponding)

技術の現況 — 道路盛土の背面を利用して、雨水の一時貯留を行うことは、比較的まねな手法である。

地区内施設の現況 — メリーランド道路局 (Roads Department) は、雨水貯留のためにカルバートを利用するつもりはないと述べてい

る。

説明 — 道路盛土の貯留は単に、強雨の間にカルバートの入口で雨水のせき上げが生じるように道路のカルバートの流入口を設計するのみである。

利点 — 道路盛土による貯留には、1つの利点がある。これは現存の構造物を利用することができるということである。道路盛土による雨水貯留を行う場合には、元の設計を少し修正するだけでできる。

欠点 — 道路盛土による貯留には、主に2つの欠点がある。

1. 用地 — 貯留のために用地が必要であるが、これらの用地は道路沿いの現存施設やこれから造られる施設が、湛水の被害を受けないように考慮する必要が生じる。道路用地の他に、これらの用地あるいはその地役権の買収が必要となることもあろう。

2. 現存施設の使用 — 現存の施設は利用でき、土地もそのまま利用できるが、盛土と道路には補強が必要である。

費用 — 貯留による建設費の増加額は、本来の建設費に比べてわずかである。

適用性 — この手法は、道路が流域面積内からの洪水流量を貯留するのに十分な強度がある場合に使用することができる。すなわち道路がダムとして作用しても、破壊しない強度が必要である。特に道路が重要幹線の場合には、この配慮が重要である。余分な地ならし、構造物の補強、用地買収等を避けるためには、道路盛土による貯留は地形が貯留に適している場所のみ実施することが望ましい。

2.2.2.8 個人所有地と所有地境界線上の低地 (individual lot and property line swale)

雨水を住宅地域の私有地内に貯留することは可能である。これに対していくつかの手法が適用できる。敷地内を適当にならし、庭の塀のそばに雨水を貯留することができる。テキサス州エルパソ (Jones, 1976) のトーマス メイナーで行なわれているものは、このようなものである。雨水は、地面に浸透し、側溝や下水に運

らせて排水することができる。また雨水は家の構や後ろや、擁壁の後の境界線上の低地に貯留させることができる。初めから、この部分は必要な貯留域として、地ならしの時に計画されている。

利点 — 私有地の貯留には2つの利点がある。

1. 既設の自然排水路が使用でき、地下水の涵養に利用できる。この手法には、自然や人工の窪地を使用でき、雨水の地下水涵養に利用できる。その結果、雨水の排水路を小さくすることができる。

2. 土壌浸食および土砂流出防止 — 流出土砂の一部は擁壁のところにたまるだろう。

欠点 — 私有地の貯留には、2つの欠点がある。^{*}

1. 用地 — 居住者は、庭や倉庫として利用可能な所有地を浸水のために犠牲にしなければならない。

2. 施工性 — この手法は、宅地造成や小えん堤が全地域にわたって計画可能な新規開発が行われている地域にしか適用できない。すなわち開発後における大規模な地形の変更は、その場所で洪水が問題となっている場合以外は居住者に受け入れられない。

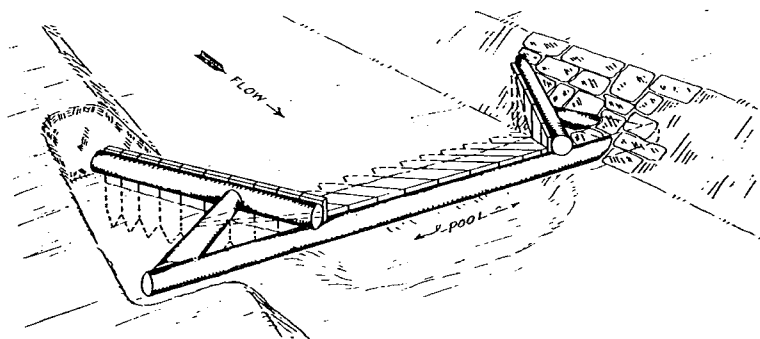
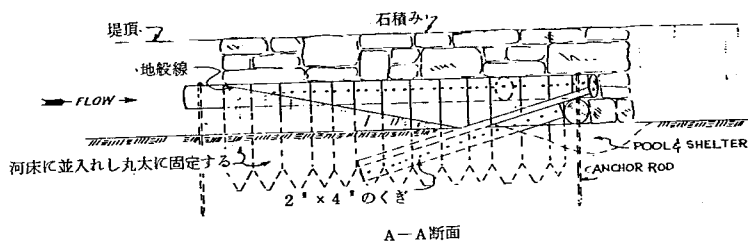
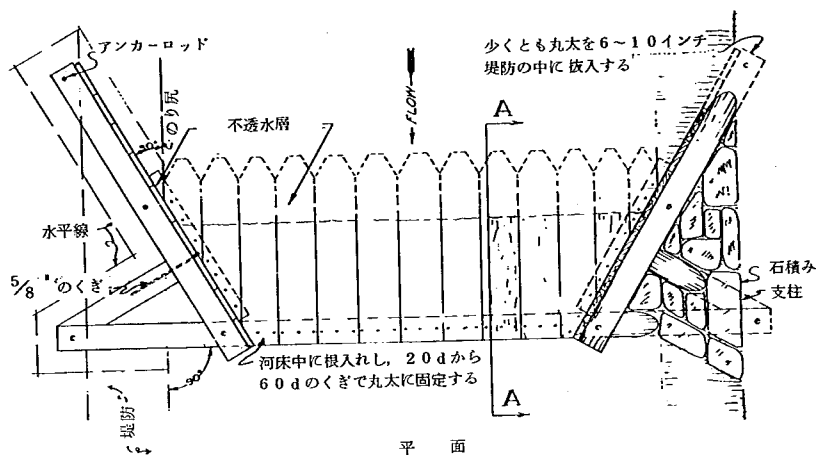
費用 — 工事が合理的に計画されるならば、貯留のための費用増はごく小さなものであり、実際下流の排水施設の建設費の減少を考慮すると全体として費用は小さくなる。

適用性 — この手法は住宅地が大きい比率をもつ地域においてのみ大きな効果をもつ。またこの手法は特に浸透性が大きい土質の地域に適用されるべきである。

2.3 エネルギーの減勢 (energy dissipation)

高速の洪水流は、河床や堤防を洗掘、橋脚に損害を与える。このような洪水流の悪影響は、水流エネルギーを減勢する種々の方法を用いて小さくする必要がある。

^{*}訳者注；このほか長年にわたる施設機能の維持について懸念がもたれるらしい。



* Source: Pennsylvania Fish Commission.

図-15 単スパンの丸太ダム

2.3.1 エネルギー減勢工 (energy dissipator)

一般的にエネルギーの減勢を行う目的は、河岸を守り土砂を除去し、魚の住み場所を保護することである。玉石と丸太で作られたダムは、エアレーションを行い、魚の生棲場所の保護に役立ち、若干の洪水調節に役立つ（図-15参照）。減勢工は流水が河床を深くしたり、河床を修正するように、流路の中に設置される。堤防の植生は、堤防の被害を防止するために使用される。蛇かごは、水流の方向を正し、川岸の浸食を防止する。落差工は、水路の有効勾配を小さくするためのものである。

技術の現況 — 漁業組合は、しばしば蛇かごダムや、木枠減勢工のような水流を正す構造物を建設している。（16図）

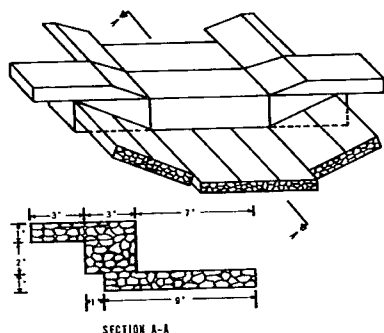


図-16 標準的なじゃかごダム

本地区の施設の現況 — 堤防の安全性をますためのリップラップ（表面保護のための石積み）は、この二郡地域では河川の長い延長に沿って設置されている。

利点 — エネルギー減勢工は、次の3つの主な利点がある。

1. 土壌浸食および土砂流出防止 — エネルギー減勢工は沈砂地として働き、高流速による河岸と河床のせん掘を防ぐ。
2. 野生生物 — 魚の生棲場所をつくる。
3. ほとんどの減勢工は、技術者の監督により市民グループの自発的活動によって造られ

た手造りのものであり、自然の石や木が建設に用いられる。これは、安全性を増すために土でおおわれたり、草が植えられたりしているので見かけ上も好ましいものが多い。

欠点 — エネルギー減勢工の大きな欠点は、施工の困難性である。ほとんどの州は、流れを妨害する構造物の建設を規制している。これは、建設機関や個人に対して、このようなエネルギー減勢工の建設と操作の許可を求めるように規定しているということである。

費用 — ホワイトオークは、減勢工の建設に望ましいものであるが高価である。しかし、堅木やヘルムロックやすぎ材も適当である。チェーンソーは、1日当り12ドルから15ドルで借りられる。また、リップラップ用の石は、立方ヤード（0.3 m³）当り10ドルから14ドルで入手できる。

適用性 — エネルギー減勢工は、洪水調節には利用できない。しかし、2～5年確率の洪水による被害を小さくするには役立つ。この規模の洪水は、水路形態に関して景観を形作るものとされている。

1. 丸太の減勢工 (Log Deflectors) は流れがせめられても、また、水圧にも充分耐えるような河岸があるところに適用可能である。
2. （単スパン）丸太だけでできたダム (Single Log Dam) — 河幅が25フィート以下の勾配が小さなおとりに可能である。
3. 丸太のダム (Log Dam) — 礫、粘土や植物の根が密に生えている整備された河岸をもつ河川に使われる。
4. 落差工 (Drops) — 通常人工河川に用いられる。砂防ダムは自然河川に好ましい。

2.4 水の再利用 (Water reuse)

急激な人口の増大と都市化の速さの増大は、限られた水資源に大きな圧力を及ぼしている。合衆国においては、全人口の約60%が、たった数時間前に市営あるいは工業下水道から排出された廃水から作られる水を、その一部として利用している。降雨流出水の開発は相対的に汚染されてない水供給源として人気を得つづけている。

2.4.1 雨水の利用 (Storm water usage)

雨水利用の目的は雨水を特別な利用のために集め、処理することである。本利用の概念は、降雨を資源として考えることである。雨水利用は、通常他の雨水管理技術と組み合わせられて実施される。

技術の現況 — 雨水だる (barrels) と水槽 (cisterns) は、前時代からのなごりであるけれども、合衆国にはまだ降雨や雪を水供給源として集めている多くの人がいる。そのような所は、正規の水供給が住居からいくらか離れているからである。雨水利用を含む最近のシステムの例は少なく、特に飲み水としては少ない。

雨水利用のために提案された多くのシステムには、貯留池 (retention pond)、前処理池、酸化池あるいは類似の構造物に雨水を集めることを含んでいる。雨水管理において最も悩まされる疑問点の一つは、貯水池はそれ自身雨水水質を改善するかどうかということである。

雨水利用についてのかかなり総合的な研究は、メリーランド、コロンビアに対しての補助金によるデモンストレーション総括提案の一部となされた。このプロジェクトでは、雨水を貯水池に集め、集めた水を前処理ユニットに流入させる。そこでその水は、準飲料水道水として利用されるか、あるいは正規の上水道に注入される。準飲料水は、コロンビアの地域社会の水需要の46%を供給しうることが見いだされた。しかも雨水を飲料水に利用するために処理することは、想像以上に経済的であることもわかった。

本地域での状況 — この二郡地区における家庭に対する給水単価は、1000ガロン当り0.48ドルである。

利点 — 雨水利用には、3つの大きな利点がある。

1. 景観としての価値 — 下水の処理と再利用は、一般にはほとんど大衆の支持を受けないけれども、雨水利用は、特に汚されない水源を得るためのコストが増大するにつれて二次的あるいは緊急の時の供給としては、より魅力的なものとなってきた。

2. 多目的利用 — ほとんど処理することなく、雨水は次のような飲用水以外に利用できる。景観用の水、洗車、歩道や街路での散水、熱輸送のための水利用、建築の基礎、多くのレクリエーション施設。

3. 実施 — 現地貯留池から水を導くことは、上流の貯水池からの導水時間よりずっと速い。

欠点 — 雨水利用に関する主な欠点は、心理的な面から生じる。例えば、どんな種類の廃水の再利用も、心理的理由により多くの人々に対して不快感を与える。

費用 — 雨水利用の費用には、貯留 (retention)、ポンプ (pumping)、配管、および水処理が含まれる。これらの単位コストは、実際の状況によって変化する。くみあげ量と処理過程パラメータのような特定の設計要因によって現実の単位費用が決定される。

適用性 — 下水からの汚濁が処理により制御されるようになるにつれて、雨水の処理と再利用は必ず発展すると考えられる。最終的には、レクリエーションや上水道のような多角的な利用のために、雨水さえも利用されるようになる。今日の都市環境においては、このためには中心的な位置に特殊な処理施設と雨水流出を急激で短時間に集積できる場所が必要となる。すでに発達した地区が多く流域と排水流出口をもっていること、およびそのために雨水を集めることが大変な仕事になることを考えれば、雨水の利用は、雨水を閉じた水供給システムの一部として利用する新しい開発に限定されると思われる。

3.0 洪水のダメージ・ポテンシャルを小さくする方法(methods to minimize damage potential)

降雨流出のインパクトを少なくするための最も明快な方法は、流出総量と、流出によるダメージを受けやすい建物の数と面積とを最小にすることである。これは、はんらん原や急傾斜地のような危険な地区における開発を最小にすることによって達成される。この結果、その地区における自然流出の増加が最小限におさえられ、洪水の作用にさらされるものを減少することになる。もちろんある程度の開発は、はんらん原において生じる。そのような場合には、この避けることのできない影響を最小化するような処置がとられなければならない。またははんらん原にすでにある開発をある程度まもることができ、対策もある。

3.1 危険地区における開発の最小化(minimization of development in critical zones)

はんらん原における開発は、はんらん原条例地区制(ゾーニング)、地役権(easements)および所有権の取得によってコントロールすることができる。特に災害を受けやすい地区にすでに存在している開発は、土地収用と移転により撤去できる。

3.1.1 はんらん原の法制一般(flood plain legislation)

はんらん原に関する条例は、防御されていない土地を最も適切な利用に割りあてたり、個人および公共団体のはんらんしがちな土地の不得策な利用によって生じる費用損失を、他の土地使用者や公共団体に負わせることを防ぐのに有効である。州のはんらん原の法律や条例は、地区制、細分割規制、建築規則、整地および土砂流出防止法などに含まれている。

本地区の状況 — 50年確率のはんらん原は、メリーランド州および地方公共団体の設計の基礎となっている。州の天然資源部の条例によれば、50年はんらん原(少数の例外としてはん

らん原を埋めている場合もある)においては、どんな流れや水路の変更についても許可の取得が必要である。申し込み者は、とりわけ生ずる便益の証明および長期にわたる維持管理対策を提出しなければならない。

利点 — はんらん原条例の主要な利点は、もちろん生命と財産の保全である。はんらん原における開発を制限するために法律を利用することの他の利点は、景観上の価値と野生生物の保護である。はんらん原条例の施行によって、他の洪水管理技術と同様にオープン・スペースと野生生物の生息地の保全が可能になる。

欠点 — はんらん原の開発を制限するために法律を用いる主な欠点は、実際に実施することが困難なことである。はんらんをこうむる地区の水文学および水理学的な分析とデータが不足している。詳細なはんらん原の調査(工兵隊によってなされたような)がないようなところでは、はんらん原に関するデータおよびはんらん原のはあくが必要である。はんらん原の指定をするために土の分類を利用するのは、裁判所により暫定の定義として一般的に認められているが、開発された地区に対する代用できる手法ではない。洪水保険とはんらん原の情報に関する研究では、100年はんらん原をよく用いているが、現在のメリーランド州の法律を施行するには、50年はんらん原の境界を知る必要がある。はんらん原の侵入を規定するための基準は、多くの州の法令ではあまりしっかりと確立されていない。

費用 — 2つの洪水頻度に対するはんらん原地域を示すための費用は、河川1マイル当り2,500から2,800ドルの範囲である。はんらん原の表示を行うために必要な仕事の一般的な内訳は次のようになる。

1. 測量	25-30%
2. データ整理、横断面図、構造物	5-10
3. 水文解析	10
4. 水理解析	35-40
5. 水位縦断面図の作成およびはんらん原の図化	15-20

3.1.2 はんらん原の地区制 (Zoning)

はんらん原のゾーニングの目的は、人や財産に対する洪水被害を減ずるために、地方レベルでははんらん原における開発を規制することである。洪水の期間、流れをせばめ、通常の洪水位を上昇させるような建物、盛土、ごみ山(dumping)やその他のはんらん原への侵入等の土地利用をゾーニングは、制限する。また、それはうたがいをもたない土地購入者や財産所有者に対する情報という形で防御になる。他の言葉でいえば、はんらん原のゾーニングは、最少の被害と防御費用のもとでははんらん原の有効な利用を許すということであろう。

はんらん原のゾーニングは、とりわけ次のような場合に、デザインされる。

1. 市民の健康、福祉、安全を保証するため
2. 人々とその財産および橋や道路などのような公共の施設に対する洪水の被害を軽減するため。
3. 河谷(Stream valleys)の環境を保全するため。
4. 予想できない洪水被害から土地の購入者を保護する。
5. 費用のかかる洪水防御手段に対する税金の支出を避けるため。

技術の現況 — はんらん原のゾーニングは、市民の健康、安全そして一般的な福祉のための警察権力の理にかなった使用である。しかし、雨水管理の手法としては通常はあまり用いられないものの一つである。

本地域での現状 — 2郡ともはんらん原のゾーニングを適用していない。M-NCPPCは、本地域の土地利用を規制する権限が与えられている。M-NCPPCに委任されている土地利用に関する権限は、おそらくはんらん原のゾーニングを十分に含むぐらい広い範囲にわたっている。もし、委員会が見てはんらん原に過剰に土地があれば、種々のゾーニングあるいは、クラスター開発条例によって制限することができる。

利点 — はんらん原の開発を規制するのにゾーニングを利用する主要な利点は、実施することが相対的に容易であることである。ほとんど

の地方自治体はゾーニングに広い経験を有している。初歩的には、細分化規制や建築規則を通じてはんらん原の保全をはかった所では、今後はこの3つの規制が密接に連動することによって、はんらん原における調和がはかれるべきである。

欠点 — はんらん原の開発規制にゾーニングを利用することに関して3つの主要な欠点がある。

1. 有効期間 — ゾーニングによる規制は、当然変化していくし、また裁判所の判断を仰がざるをえないこともある。
2. はんらん原の地域指定は、データに基づいてなければならず、そして警察権力を有効に利用すべく、洪水被害の防除と正確に関係していなければならない。
3. 実施 — ゾーニング条例は、十分注意して作成しないと、すでに存在している細分化規制や建築規則などと矛盾することがありがちである。地区を再分類するよりは、これらのすでに存在している規制を強める方が容易であるかもしれない。

費用 — ゾーニングの直接的な費用は、測量と条例作成費(ordinance development fees)である。はんらん原は、通常は安全という理由から開発には、適していない(特にビードモントでは)。それにもかかわらず、はんらん原の地区分け(zoning)の間接的な費用は、しばしば機会費用(opportunity cost)、すなわち土地の開発ポテンシャルをおさえた結果失われる価値と考えられる。

適用性 — はんらん原の開発を規制するためにゾーニングを利用することは、地方レベルでは適している。特に都市の郊外化が進む地域や実質上発展した地域においては適している。ゾーニングは、土地所有者の一部に対しては、逆の効果をもつので、それは、合衆国憲法に照して妥当なものでなければならない(すなわち公共の福祉に益するものでなければならない)。ゾーニングを未開発の地域に適用しようとすることは困難である。というのは、そのような地域では、はんらん原のゾーニングは、その土地の利益であることを明確に示すことが困難であ

るからである。それにもかかわらず、洪水危険地区を軽率に利用することを防ぐと同様、下流のダメージが増加することを防ぐために、上流の開発密度をおさえることは有効である。ゾーニングは、判例法 (case law) として支持されてきた。例えば計画住居開発地区 (planned Residential Development Zones) では、高人口密度のためのオープンスペースを含めたトレード・オフとしてはんらん原をさせている。

3.1.3 保全のための地役権の買収 (Conservation Easement)

保全地役権の買収は、危険な、あるいは環境的に敏感な地域の開発を防ぐことにより天然資源を保護することを目指した土地利用制御である。保全地役権の買収は、土地所有者がはんらんをもたらしうような土地利用を行うことをおさえることに対して、洪水防御機関が補償するという土地所有者と当局の間の合意である。土地所有者は、それでも地役権でカバーされない目的では、所有する土地を利用することができる。地役権の買収は、通常は森林化した急勾配な、あるいは流れの300フィート以内の地域に対して適用される。(環境調査研究所, 1968)

技術の現況 — この技術は、国中で使用されている。これは、非常にしばしば私的、あるいは半私的な保全団体 (trusts) や関係部局により制定される。

利点 — 保全地役権の買収には、4つの大きな利点がある。

1. 多目的利用 — 地役権 (easement) は、自然の景観を保存し、それとともに審美的な価値を高め、野生生物に対して有益であることが多い。土地は、それがなお私的な目的のために利用され、そしてなお税収入の対象になる所では、個人の所有のままに残される。

2. 実施 — この手法は、財産権の侵害分に対して土地所有者に適切な賠償を与え、その結果、他の侵害よりも住民の反対はより少ないことになる。

3. 適用期間 — 地役権の買収は、所有者や政治権力・構造の変化によって変化を受けていくが、他の構造物によらない技術 (non-

structural techniques) よりは、より恒久性が強い。

4. この技術は、特定の地域や対象物に対して適用できるので柔軟性がある。

欠点 — 地役権 (easement) の利用の主要な欠点は、それが効果的でないことである。地役権 (easement) は、この技術が強制収用よりはむしろ交渉と協力を必要とするので、必要な防御水準を得るために十分な土地所有権の規制ができないからである。

費用 — 所有者には、地役権 (easement) が買収される前後の土地の価値の間の差が査定により決定されて支払われる。

適用性 — 保全地役権の買収は、危険な地域が私的な所有者に所有されているような所で最も有効に利用される。

3.1.4 土地収用と移転 (condemnation and relocation)

収用の目的は、それがはんらん原の地域に適用されたときには、はんらん原に住んでいる者の健康、安全、福祉を守り、はんらん原内の構造物に対するダメージを防ぐことである。収用と移転は、構造物の耐水化、あるいは洪水防御構造物が実際に、洪水のダメージを防ぐことができないときに、最後の手段として考えられてきた。

技術の現況 — 収用と移転は、道路・ダムやその他の公共施設の建設については、実用的手段として受け入れられているが、しかしはんらん原管理に対しては、そうではない。

本地域での現状 — 本大都市圏地区において、洪水防御を行なうために必要と判断されたときにはいつでも、堤防やその他の洪水制御事業の建設に必要な土地や地役権 (easement) を接収する権限と指導性が本委員会に与えられている (注釈付きメリーランド州の規則, 780章43節)。

利点 — 収用と移転は、それが危険な地域からの人と構造物の移転と適切でない土地利用の停止を保証するので、効率的な技術である。

欠点 — この技術には、2つの主要な欠点がある。

1. 実施 — この技術は、土地収用権(right of eminent domain)の行使を意味しており、そのような権限を行使することに対する抵抗があることがある。

2. すでに存在している施設の移転 — この手法は、その性質上、施設の移転と移動不可能な施設を廃棄することを必要とする。

費用 — 洪水危険地域における建物の収用は、多くの例において洪水防衛工を作るのよりは安い。

適用性 — 土地収用は、洪水に対する耐水化が適切な防衛手段でない時と、上流における洪水防衛事業が実行可能でないところで適用可能である。

3.1.5 はんらん原の土地取得(Flood Plain Acquisition)

公共機関によるはんらん原の取得は、自然はんらんによる被害を防ぐことに加えて、保全、美観およびレクリエーション等の目的のために行なわれる。取得は、はんらんをこうむる土地の管理(未開発の状態での)を含む。

技術の現状 — はんらん原の土地は、しばしば細分化(subdivision)認可の過程を通じて取得される。この典型的ケースの1つは、開発者が残りの細分化地区においてより高密度の住宅を建設することに対する許可の見返りとして、町に自分の細分化地区におけるはんらん原面積を寄付することに同意する場合である。公共機関が買い入れ、あるいは借入れたはんらん原の土地を未開発の状態で管理している例はまれである。他の方法には、都市再発事業による取得、公園地の取得、高速道路用地の必要以上の収用、およびその他の機関による同種の事業を通じての取得などがある。

本地域の状況 — 多分この二部地域以上に、はんらん原の土地取得が行なわれているところは、全国を通じてないだろう。M-NCPPCにより管理されている河谷公園システム(Stream valley park system)は、直接の買い入れと細分化検査権限の使用を通じての新しく開発される場所のはんらん原保全により、その範囲がいまでも広がりがつつある。

説明 — はんらん原取得は、3つの一般的なカテゴリーに分けられる。すなわち直接の取得、開発権の買い入れおよび長期の土地の借入である。

利点 — はんらん原の取得には、2つの主要な利点がある。

1. 多くの場合、はんらん原地域における開発権の長期の借入れ、あるいは買い入れは、直接取得するのよりも安い。特に、その土地が特定のレクリエーション目的のために開発される予定がなければより安い。

2. 上流の相当な部分の市や郡による取得は、市の河谷公園における水質と適当な流れの管理を維持するのを助ける。

欠点 — 土地の取得は、通常収用手続、土地価格の上昇の問題のほかにはんらん原の土地が取得されるべきかどうかを決定するという任意性の高い性質の問題にまつわる政治的、あるいは法的な問題も含んでいる。

適用性 — はんらん原の取得は、独立した高い水準を有する公共機関が公園地(park land)の開発の責任をもっているような場所に適している。

3.2 不可避な開発の影響の最小化 (minimization of effect of unavoidable development)

開発の圧力が高く、そして適した土地が少ない所では、ある種の開発が、結局はんらん原において生じることになる。細分化(Subdivision)規制、建築規則、整地(grading)および土砂流出防止法のような管理手法による制御は、地表面の被覆や建設といった開発活動が降雨流出システムに与える影響を最小化するのに利用できる。

3.2.1 細分化規制(Subdivision Regulations)

細分化規制(Subdivision Regulations)は、次のようなものに対する義務付けを規定する。すなわち土地の区画の配置と整地(layout and grading)、道路、ふち石および歩道の設計と建設、雨水排水システム、上下水道

システム、街路照明と街路樹および表土と現存植物の保全である。

技術の現状 — 典型的には、細分化規制は開発者の土地の一部が特定の洪水頻度以内になるようにすることを義務付ける、すなわちこの規制によって通常このような土地への侵入を制限するのである。

1972年にAPWA研究基金の調査によれば、回答をよせた行政機関のうち13%が細分化(Subdivision)規制の中に雨水貯留の義務付けを行っていた。また、現地貯留(Orsite detention)の義務付けに関して、流出量についての基準をもっている機関のうち約半分は流出量が開発前に存在していたレベルに保持しなければならないことを、残りの流出量は、降雨のある特定の割合を越してはならないとしている。多くの細分化(Subdivision)規制では、開発者が保全計画を作成し、そして実施することを義務付けている。

本地域での現状 — M-NCPPCは、本二郡地域において細分化規制を作る権限を持っている。特に、この規制は、自然水路の位置、水量、水流およびその他の特性の保全と、はんらん原地区あるいは川と排水路および安全でない土地での細分化あるいは建築(農業あるいはレクリエーションの目的を除く)の規制を含めることができる。

利点 — 細分化規制を用いることには、2つの主要な利点がある。

1. 有効性 — 歴史的にみて、細分化規制は、多くの未開発地区における洪水被害を軽減することに対して最も有効であることが証明されている。

2. ゾーニング規制が許せば、開発者は自分の制限されていない土地をより高度に開発することが可能な団地開発を行うことができる。

欠点 — 細分化規制の適用に関して、1つの主要な欠点がある。その規制の内容がしっかりしていないと、時として単につまらない土地とはんらん原をオープンスペースとして残してほとんどの利用可能な土地が強度に開発されることを許してしまう。

費用 — 開発者は、通常、細分化規制を守っ

ている証明を提出した際に、手続費用を課せられる。手続のための費用は、M-NCPPCにより次のように決められている。

○手続き

第1次プラン	30ドル/区画 (plat)
	+1ドル/小区画 (lot)
	(50小区画まで)
	30ドル/区画 (plat)
	+0.5ドル/小区画
	(50~200小区画まで)
第2次プラン	30ドル/区画 (plat)
	+0.25ドル/小区画
	(200小区画まで)

○手続きおよび記録

ファイナルプラン — 50ドル/区画 + 1ドル/小区画

記録 3ドル/区画 — モンゴメリー郡

記録 5ドル/区画 — プリンズジョージズ郡

○もちろん細分化規制にともなう費用は、手続きと登録だけに限定されない。

適用性 — ゾーニングは、土地の一小区画 (lot) のサイズと密度を定め、そして通常細分化規制は実施のための詳細事項と保証 (guarantees) について受けもつ。両方ともに必要なことである。

3.2.2. 建築規制 (Building Codes)

建築規則の目的は、建築物の位置、設計、建築、占有および使用に対する義務付け (制約) を確立することである。これらの制約の中には、はんらん原における建物についての制限が含まれている。

技術的な状況 — 洪水に耐えるための手段 (耐水化) は、建築規則の追補部分となりつつある。

本地区での状況 — プリンズ・ジョージズ郡の建築規則は、すべての住居の床高 (地下室も含む) を50年はんらん原の上2フィートの面に制限している。モンゴメリー郡の建築規則は、はんらん原に関する節がない。

利点 — 建築規則を洪水問題を最小にするのに用いることの主な利点は、合理的な土地利用がはかれることである。建築規則におけるはん

らん原での制限は、細分化 (Subdivision) 規制ではカバーできない開発をさらにチェックすることである。それらは、建物を防護しながら耐水化およびそれに類した手段によって合理的な土地の利用を促進する。それらはまた現存する建物の拡張や修正を可能にする。

欠点 — 建築規則を用いることの主要な欠点は、それを実施することが困難なことである。建築や盛土 (Filling) によるはんらん原への侵入によって、流れの等高線に生じる全体としての影響は、開発者が建築許可を申請する時には、解析されない。通常、流れの部分的な解析が行なわれるだけである。

3.2.3 整地 (Grading)* と土砂の制御

整地規制と土砂制御法の目的は、表流水面に入る土砂の量を減少させることである。特に土地開発時に減少させることである。図-17 は、

如何に降雨流出時の土砂量が雨水排水システムの効率を害するかを如実に示している。沈澱池の利用のような土砂制御の技術は、副次的なメリットとしてある種の洪水制御にもなる。

技術の現状 — 開発者によって土砂を制御するために用いられる保全手段は多数ある (自然の地下水システムの利用の節参照)。現地の固有な条件が最良の手段を決定する。土砂によるダメージを少なくするために用いられる4つの主な手段がある。

1. 露出した土壌の面積を減じ、露出している時間を最小にする。
2. 根おおいや植生により土壌をおおう。
3. 流出を制御するための土木工事を行なう (earth works)。
4. ダメージを受ける前に土砂をとらえる。

合衆国農務省の土壌保全局 (SCS) は、土砂制御の分野における指導的な機関である。研究

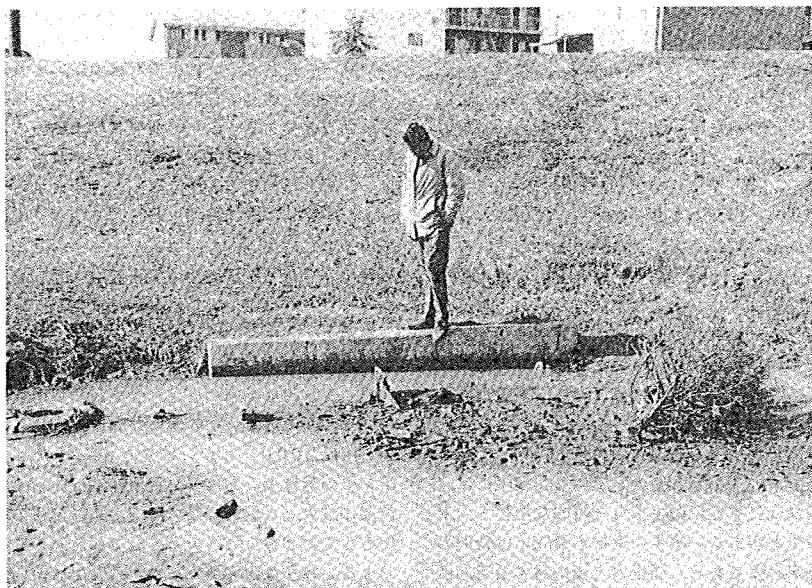


図-17 沈澱物の堆積で排水溝も役立たない

*訳者注：土地造成と読んでも可。

と経験を通じて、SCSは土壌侵食と土砂制御の科学を作りあげた。整地と土砂制御についてより深くながめてみたい人は、地方レベルで市民に奉仕するように設置されたSCSの地方事務所である郡土壌保全公社を訪れるとよい。

本地区での現況 — プリンス・ジョージ郡とモンゴメリー郡の両方とも、土砂制御条例をもっている。地方の土壌保全公社は、開発者が計画する土砂制御手段の承認を行っている。建築審査でも、これらの土砂制御手段の建設についての別のチェックを行っている。州の天然資源部の法令にも土砂制御規制（文獻96A条,105～110節、土砂制御）が含まれている。モンゴメリー郡は、土砂制御の一部として、雨水流出の現地貯留（Onsite-detention）を義務付けしている。その内容は与えられた降雨確率の雨から生じるピーク流量を開発前に生じたと考えられる流量までおとすことである。プリンス・ジョージ郡は、州と同様に、土砂制御法のもとで降雨流出の現地貯留に対する最小限の義務付け採用を考慮している。前もって十分に解明される必要がある重要な問題点は、必要な土砂制御を可能にする現地貯留の設計降雨確率の決定である。付録Cは、モンゴメリー郡土砂制御委員会が作成した暫定雨水現地貯留必要量を示している。

説明 — 侵食と土砂制御対策は植生によるものと、物理的な手法によるものがある。それらの手段は、それらが用いられる土地の土壌、勾配、気候、及び土地利用に適合するようにデザインされなければならない。適切に設置され管理されれば、侵食および土砂流出制御対策は、一般に降雨流出による土砂流出を減ずると同時に降雨流出も減じる。

植生を利用する対策は、植生（Cover Crops）と根おおい（Mulch）を含んでいる。植生には、急激な成長する草のような一時的な植生と、永久植生とがある。植生の選択と育成には特別の注意が必要である。選択は土壌に対する適応性、維持管理の必要度及び景観としての価値に基づいていなければならない。根おおいは、種蒔きが可能でないときに、裸地を保護して最終的な勾配となるように用いられる。根おおい材料に

は、防護金網もあるが、干し草と麦わらが最も広く用いられている。

物理的対策は、与えられた確率の降雨より生じる雨水流出に基づいて設計される。この手段には、ある危険な地区からの流出を分流するテラス、流出を導いたり、流出速度を減じる遮集水路、エネルギーを消散させる落差工および流出を貯留し土砂をうけるための沈砂池などがある。

利点 — 整地と土砂制御に関する法律の利用により得られる3つの主要な利点がある。

1. 侵食／土砂制御—整地と土砂制御法は下流における航行の為に水路の浚渫の必要性を減じ、土砂によって運ばれた栄養物（nutrients）の沈澱を減らすことにより湖の老化過程（Aging Process）の進行を遅らせる。
2. 地下水の涵養—ある種の土砂制御対策は浸透を促進する。
3. 野生生物—この方法は、流れの中の有機体の為に必要な生息地及びその他の条件を保全する。

欠点 — これらの法の主要な欠点は、それらが建設期間を通じて合理的な土地の利用を保証しないことである。多くの開発者は、建設の初期の段階に強度に土地を開墾する。これらの法は、結果として生じる侵食の制御は要求するけれども、この行動の長期にわたるインパクトは、土壌の本来の安定性を減ずることである。この影響は、当初の木と地被の除去理由を要求することによって減少できるかもしれない。

費用 — 開発者の土砂制御を行なうための費用は非常に変化する。すなわち土壌の型、土地利用、工学的な工夫などは、含まれる費用変数のいくつかである。沈砂池（Sediment Basin）の費用は2000ドルから始まる（ $\frac{1}{2}$ エーカー・インチの容量）。ある種の費用軽減は、下流の浚渫の減少、水供給のための貯水池貯留量の増加そしておそらく降雨災害の減少などから期待できる。残念ながらこれらによる費用の節約はどんな精度のもとでも定量化されていない。

適用性 — 整地と土砂制御法は、土壌保全局の専門家による審査を経て、細分化（Subdivision）規制の中に基本的な義務付けを含めるこ

とによって最もよく成し遂げられる。制御の程度は変化しうるけれども、整地や土砂制御対策は、土砂制御によっても、主要な貯水池 (impoundments) あるいは強力な現地貯留 (on-site detention) の義務付けが無ければ、洪水に対して大きなインパクトをもつことは期待できない。土砂制御という当初の目的のもとで用いられてきたこれらの手段は、今までのところ、小さな降雨のインパクトを減じるように設計されてきている。

3.3 氾濫原にすでに存在している開発の防御

多くの開発がすでに氾濫原において生じている。洪水に対する耐水化 (Proofing) と警報と緊急避難計画は、洪水災害から財産の所有者がこうむるダメージを最小にしてくれる。洪水保険と税の調整は洪水損失の経済負担を軽くする。

3.3.1 洪水保険

洪水保険の目的は、すでに氾濫原に住んでいる人々に低い費用の (すなわち、補助付きの) 保険を提供することである。

技術の現状 — 洪水保険は民間の保険によるのは事実上不可能であるので、1968年の国家洪水保険法が洪水保険を提供するために国会により創設された。国家洪水保険事業 (NFIP) のもう1つの目的は、氾濫原の開発を制御するための土地利用計画を立てることであった。ほぼ30億ドル (すなわちすべての保険契約額面高) が振り出された。1972年のすべての洪水の損失額 (30億ドル) のうちたった3%が保険によりカバーされた (アメリカの都市、1973)。NFIP には2つの型の保険がある。すなわち “通常 (regular)” と “緊急 (emergency)” である。“緊急”型においては、どの地域社会も後に示されるような必要条件を満たすと、保険に入ることができる。すなわち、ある地域社会に対して「洪水保険に関する調査」が行われた後では “通常の資格 (レギュラー)” とされる。1973年の洪水災害防御法は、1973年の12月31日に法律となったが、この法律はNFIPを拡張した。この新しい法律によると、認めら

れた保険総額は30億ドルから100億ドルに増加した。最大の適用範囲は次のように拡張された。

構造物保険

	従 来	現 在
1 戸 建 住 居	17,500ドル	35,000ドル
その他の住居	30,000ドル	100,000ドル
非 住 居	30,000ドル	100,000ドル
家財保険		
住 居	5,000ドル	10,000ドル
非 住 居	5,000ドル	10,000ドル

この新しい法律は、連邦保険局 (FIA) により決定されたように、洪水の危険がある地域社会に、洪水保険への加入を義務付けている。その地域社会に洪水危険があるとひとたび通知されたあと、その地域社会の洪水危険区域に対する連邦政府のすべての補助が止められる前に半年間の期間があり、その間に洪水保険プログラムに入ることができる。氾濫地域を示す地図がすべての関係する地域社会に送られる。

本地区の現況 — プリンズ・ジョージズ郡はNFIPにおいて “通常 (レギュラーの資格)” をもっている。モンゴメリー郡はNFIPの “緊急” の方である。加入している地方自治体のうちでは、ガイザースバーグとロックビルのみが “緊急” の方である。(他の自治体はまだ保険の申請をしていない)。

下に示すものが、1973年8月現在での本二郡地域における全洪水保険契約額面高である。

郡	建築物	家財	計	保険数
モンゴメリ	792000ドル	297000ドル	1089000	79
プリンズジョージズ	8757000ドル	1764000ドル	10522000	518

説明 — 国家洪水保険が発行されるための必要条件は、連邦規則 (24CFR.1909.22) により規定された。簡単にいうとこの規則はこの保険で利用しようとする地域社会に次のことを要求している。すなわち

1. 行政界と氾濫原地域を示す地図を提出す

る。

2. 氾濫原にある人口と建物数を提出する。
3. 洪水保険と洪水危険地図が市民の閲覧に供せられるように保管場所を設置する。
4. 地域社会の洪水の歴史の要約を提出する。
5. 土地利用と制御対策の要約を提出する。

これらの条件を満たすことによって“緊急”の資格が与えられる。この状態は一時的なものである。このプログラムに連続して参加しつづけるためには、自治体は、土地利用計画の作成を開始し、氾濫原の開発を制御する地方の条例を作ることに同意しなければならない。これによって、この自治体は洪水保険調査(FIS)を受ける指定地域のリストに載せられる。FISは、連邦保険局との契約のもとでなされる技術調査である。それは、氾濫原地図を作成し、保険料をきめ、土地利用計画作成に利用される種々の段階の洪水危険地域を制定する。洪水保険調査を受ける資格を得るための作業に着手しない自治体は、“緊急”の資格を失い、NFIPから脱落する。“レギュラー”の資格は、FISが完了した後、NFIPに参加する地域社会に与えられる。

利点 — 洪水保険を用いる主な利点は、高度に不規則な洪水損失のパターンを一律に連続する毎年の保険料に変換することなのである。

欠点 — 洪水保険を用いる主要な欠点は、洪水災害の矯正あるいは排除という性格に欠けることである。洪水保険は洪水災害に対する財政上の防御を提供することにより、氾濫原における開発を助長する。簡単にいうとこのアプローチは問題の結果のみを取り扱っており、原因については取り扱っていない。

費用 — 連邦洪水保険事業のもとで制定された保険金は、一般に次のような料金範囲にあると考えることができる。

年 建物 100ドル当り/年 家財 100ドル当り/年

0.25~0.60ドル (危険度による)	0.35~0.75ドル (危険度による)
-------------------------	-------------------------

適用性 — どのような地方自治体も、事業の

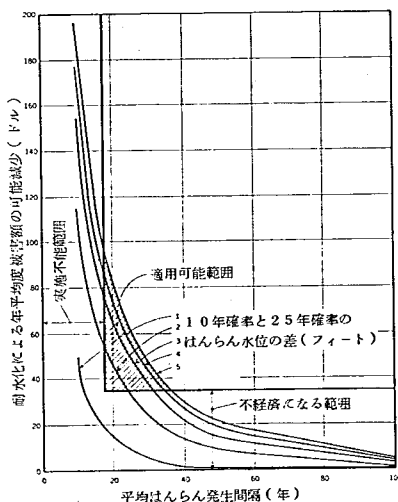
必要条件に適合すれば連邦の洪水保険に対して適格となることのできる(「説明」参照)。洪水保険の資格手得に対する援助は連邦洪水保険局から直接受けることができる。メリーランド州天然資源部の水資源課は、州のNFIPに対する協力機関である。

3.2.2 洪水に対する耐水化(Flood-Proofing)

洪水に対する耐水化の目的は、大きな河の氾濫原における洪水被害を減ずることである。

技術の現況 — 以下に示すものは、耐水化手法のリストである(ライト・マクロリンエン지니어ズ, 1967)

1. ドア、窓および通風口等の開口部の締切り。
2. 地下室壁の耐水化と強化
3. 床面の排水の強化
4. 流入施設へのバルブの取付け
5. 固定装置のための防御
6. 短い誘導時間内の器物の移動
7. 揚圧力(アップリフト)に対する壁のアンカー



*D. E. Jones, 1971による。

図-18 耐水化による利得

8. 耐水性材料の使用

耐水化について詳しく研究するには、一貫した議論の為に、ジョン・R・シェイファーの「耐水化入門」（都市研究センター、シカゴ大学、1967年4月）を見なさい。耐水化を行うことによる潜在的な利得は、図-18に示される。商業建築物の防御に実施されるような耐水化の利用は、図-19に示される。

利点 — 耐水化には2つの主要な利点がある。

1. すでに存在する構造物の利用—洪水に対する耐水化は、すでに存在している構造物の合理的な拡張あるいは利用を可能にする。
2. 土地の合理的な利用—耐水化は、別のやり方では開発できないような地域が開発されることを許す。

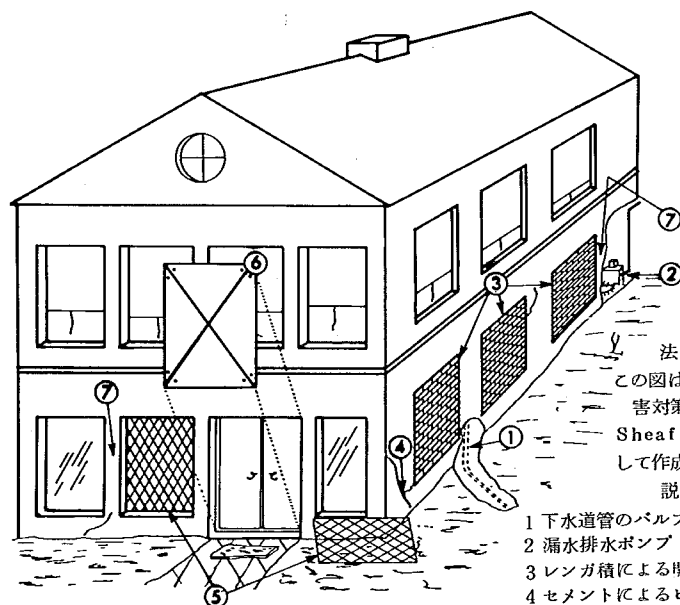
欠点 — 耐水化手法の主要な欠点は、その効果が限定されていることである。十分な警報時間がなければ、多くの耐水化手段は効果的でない（例えば流入施設のバルブあるいは洪水ド

アのようなもの）。

費用 — 耐水化は高価であり、建設時に建物に組み込まない限り役に立つとは考えられない。

適用性 — 洪水に対する耐水化は、規制が氾濫原における建築を許しているところあるいはすでに構造物が存在していて防御の必要があるところでは有用である。恒久的な耐水化手法（警報時間を必要としない）は小さな流域における使用に適している。さらに、洪水に対する耐水化は次のように適用されよう。

1. 洪水防御構造物が可能でない所での代用として
2. 財産の所有者が現在よりもより高度の防御をしたい所
3. 100年氾濫原（あるいはそれ以上）に位置する施設や他のきわめて重要なサービスに対する防御をより高度に成し遂げたいとき



法：
この図は、「耐水化：洪水
害対策手法」（John R.
Sheaffer）から、一部修正
して作成したものである。

説明

- 1 下水道管のバルブ
- 2 漏水排水ポンプ
- 3 レンガ積による開口部の閉鎖
- 4 セメントによるヒビわれの充填
- 5 漂流物によるガラスの破損を防ぐ金網
- 6 入口の耐圧鉄扉
- 7 漏水止めシールマーチフ

図-19 商業建造物の耐水化例

3.3.3 警報と緊急避難計画

雨水管理における避難の目的は、被害を軽減し、洪水の前・中・後を通じて生命と財産を守ることである。

技術の現況 — ポール・レビア法は、農村地域において用いられるドアー・ツードア警報システムである。都市域では媒介（メディア）を利用する。2～3の自治体では、U・S・G・Sと協力して、洪水流が接近すると、地方の警察署毎にベルが鳴るような河川内（in-stream）機構を有した警報システムを採用している。

最も良い避難計画は、緊急ニュースを挿入可能ニュース項目として受け入れられるメディアを利用することである（例えばテレビのフラッシュニュースのような）。不幸なことに、多くの局は正規の番組のニュースあるいは公共サービスの報道（無報告型）としての緊急ニュースしか受け入れない。市の防御当局と気象庁の間を直接つないだ無線連絡は、多くの地域において装置されている。

現行の避難理論によれば、避難者が緊急事態がおさまった時に可能な限り自分たちの家を見たいという理由により、避難した時に可能な限り自分たちの家の近くに人々を保持することが要求されている。

本地区での現況 — 各々の郡は、警察・消防・健康・学校・土木・赤十字・救世軍などのような多くの公私の機関の利用を要請する災害防御プランを有している。このプランは行政庁の長あるいはその権限を与えられた代表の命令のもとに実施される。

利点 — 警報と緊急避難計画の主要な利点は、それらが洪水被害者に対して適切な防御と救援を与えることである。

欠点 — これらの計画には主要な3つの欠点がある。

1. 実行一人々を避難させる法的な権限はない。
2. このシステムはパニック状態を創り出す傾向にある。

費用 — 郡レベルでもし行なわれたとしたら、公共的な防御事務所を操作する少数の職員によ

って、避難計画の作成と協力が適切に行われよう。

3.3.4 税の調整（評価の実施）

氾濫原内の地域での税調整の目的は、氾濫原の適正な利用に対する誘因、あるいは周期的な損失を被むる所への埋め合せを与えることである。

技術の現況 — 氾濫原規制の強力な実施が行なわれている町では、氾濫原として地区分け（Zoned）された地域は、開発に適さない土地として査定され始めている。それが決定されるまでは、氾濫原の査定は、なお一般的に地方の税査定者の判断にまかされる。もし氾濫原の査定が法律により決定されるとしたら、それは強力な計画の手段となりうる。例えばある自治体が、「洪水保険調査（洪水保険参照）」において決定されたように、100年の氾濫原における全ての未開発の土地はより低率の税を課するという法律を通過させ得るというようなことがこれにあたる。この方法では、氾濫原における土地の、税査定者による独断的な査定は行なわれることがない。

本地区での現況 — この二郡地区内にある氾濫原に基づいた特別の税調整は存在しない。しかし税査定者は氾濫原における位置の考慮を行なっている。

利点 —

1. 税調整は不適当な罰則によらずに合理的な土地の利用（農業、レクリエーション）を許す。
2. 税調整は氾濫原を開発することのできない土地所有者に対して、より公正な措置といえよう。例えばある自治体が100年氾濫原において家を建てることができないという法を通すことを想像すればよい。もし住宅地区に区分された未開発の氾濫原の所有者がいたとしても、自分の土地を十分に利用することはできない。しかしながら財産税は、氾濫原の土地の利用に課せられた制限の埋め合せという手段により十分低くおさえることができよう。

欠点 — 税調整の主要な欠点は、その実施に

関して困難があることである。つまり適正な税率を決めるのは困難である。

1. 氾濫原の財産税があまりに高ければ、ほとんどの所有者はそれを未開発のまま保持しておくことができない。
2. 氾濫原の財産税があまりに低すぎると、その土地に誰も建物を作らないということは明らかである（例えば、開発者は安い費用の氾濫原を付け加えることにより、自分の開発の全面積を増加させ、集団的な開発を行なってそのサイズを増大させることができる）。
3. 査定者は、洪水保険調査のような詳細な氾濫原管理調査が行なわれない限り、氾濫原の中に横たわっている財産に気付かないことが多い。

費用——税金をより低くすれば、これらの周期的に被る洪水のダメージを埋め合わせるけれども、全体としての氾濫原での建設の誘因になり、地域社会の全体としての税の平均は下る。一方より低い税金は、洪水制御の構造物あるいは土地の強制収用などよりはむしろ氾濫原居住者の埋合せをより安い手法で行うことになることもある。

適用性——差別税の実施は、現時点ではモンゴメリー郡あるいはプリンス・ジョージ郡においては許されていない。この2つの郡は、氾濫原に位置する財産に公正な税調整を行なうことを許す規則を作るよう、議会に働きかけることもできるのである。

附録A：モンゴメリー郡およびプリンス・ジョージズ郡の雨水管理に関する条例

1. 建築規則

i) モンゴメリー郡

雨水関連法規 (Storm Water Regulation) —モンゴメリー郡では、建築規則によりポトマック川、グレート・セネカ川、リトル・セネカ川、およびパテユクセント河の河岸から500フィート以内での建築が禁じられている。これに対するたった1つの条例は、50年確率の氾濫境界が確定されており、加えてそれがそれぞれの河岸から500フィート以内のときのみである。

所掌機関 (Agency Responsibility)

環境保護部の建設許可課が、建築規則を所掌し、建築許可を発行することになっている。M-NCPPCの許可は必要ないが許可申請は、地区制および細分化規制条例を守っているかどうかについて検閲される。

開発者の行う手続 (Procedures for Developer) 開発者は、土砂流出抑止や整地・地均し等を含め、開発に関して、他機関から要求されているすべての承認を受けるまでは許可を得ることはできない。

ii) プリンズ・ジョージズ郡

雨水関連法規 プリンズ・ジョージズ郡では、建築規則により50年確率の氾濫原内では建築が許されない (承認された洪水防御計画の一部で可)、そして住宅の床高は、この50年確率の氾濫水位より少くとも2フィート上でなければならないし、またこれ以下に作られる地下室は耐水化されなければならない。

所掌機関 免許・許可部が、建築規則条例の21、および22項 (メリーランドワシントン地域公社法の98条) の氾濫原条例に沿った建築規則許可申請を扱っている。土木部は、あらゆる開発者の提出する氾濫原調査を検閲し、50年確率氾濫域に関する免許・許可部の法実施を助ける。地域公社の範囲内で発行される建築許可では、M-NCPPCの許可が必要であり、そ

の検閲後、免許・許可部に対して、氾濫予想位置を示したコメントが提出される。

開発者の行う手続 許可を受ける手続きは広範囲にわたる。「建築と整地許可の手引」という手続きに関するパンフレットが、免許・許可部 (5012ロードアイランド通り、ハイアッツビル、メリーランド州) から出ている。

iii) メリーランド州

雨水関連法規 12節96A項 (州規則注釈版) によって、氾濫原における水の流れの方向、流速あるいは断面を変えるようなすべての建設行為に対して許可が必要である。この同じ節によれば、この条項は、河床10フィート以下のダムや抵抗物には適用されない、また、容量100万ガロン以下の貯水池にも適用されない、……、雨水の導水、輸送、処理のためのみの排水施設に対しても適用されない。加えて、盛土や建築による50年確率の氾濫原への侵入は許可されない。ただし、その侵入が公共のためになり、しかも適当な機関の協力のもとに氾濫原侵入の限界が確立されている場合に限り可能である。

関係所掌機関の責任 天然資源部の水資源課が、その建設計画が河川の断面にあるいは、氾濫原地域に影響を与える場合の許可に伴う必要な作業を扱っている。

開発者の行う手続き すべての許可申請には、かかる開発から期待される便益の説明のほかに、その盛土あるいは建設の影響に関する水理計算が伴わなければならない。

2. 細分化規制条例

i) モンゴメリー郡

雨水関連法規 メリーランドワシントン地域公社の細分化規制条例 (1970年7月改訂) の104条の21によって、氾濫原や危険ヶ所での建築の規制がうたわれている。建築規制地域は50年確率の氾濫原に基づくが、この場合の想定流域は完全に開発されているとする。その上、住宅地域はこの線から少くとも25フィート離れなければならないし、規制域内での建築許可は発行されない。

関係所掌機関の責任 メリーランド・ワシ

ントン地域公社法の71条によれば、M-NCPPCが地域公社に代って各部の細分化規制条例を用意することになっている。本法のもとに、これらの条例が対応すべき点として次項がとくに挙げられている。

1. 十分な交通、排水および衛生施設の確保または設置
2. 自然河川と他の水路の、場所、位置の保全、水量・流量の保全、そして特性の保全
3. 氾濫原、あるいは河川、および排水路をして、危険な土地での細分化あるいは建築の規制

開発者の行う手続き とにかく、土地資産の記録を作ることによって、M-NCPPC以外の多くの異なる機関の検閲が入りこみ、長期にわたる合理的な手続きがなされる。モンゴメリー郡の手続きの説明書は、「モンゴメリー郡の資産の細分化の一般解説」がM-NCPPCの開発検査課（メリーランド州シルバースプリング、ジョージア通り8787）で手に入れることができる。モンゴメリー郡ではどんな建築に対しても50年ラインから25フィートの後退が、細分化規制条例によって必要である。また、細分化に関する検閲に提出される土地の地図のどんな排水路についても、登録された技術者によって引かれた50年ラインが示されている必要がある。土木部と土壌保全公社の両者がこれらの地図を検査する。

ii) プリンズ・ジョージズ郡

雨水関連法規 1970年に改訂されたプリンズ・ジョージズ郡の細分化規制条例（16条）によれば開発者は、土地上に50年確率ラインを示すことが要求されているし、そのライン以内の建築は禁止されている。

関係所掌機関の責任 モンゴメリー郡と同じであるが、1つだけ細分化審査中は、M-NCPPCのみが法的に必要とされる氾濫原審査を行うことである。しかし、土木部は細分化の計画図を審査し、免許・許可部へコメントを提出する必要がある。また、コメントはWSSCと土木部からも要請される。これらのあと氾濫原での規制内容が計画部から正式に提出される。

開発者の行う手続 モンゴメリー郡と同じ

ように50年ラインを土地図上に示す必要がある。地図を作成するための指示書は、M-NCPPCの細分化規制事務所（メリーランド州、リバーデール、ケニーワース通り6600）で手に入れることができる。

3. 地区制 (Zoning)

モンゴメリー、およびプリンス・ジョージズ郡

雨水関連法規 モンゴメリー郡では、被害を受けあるいは破壊された規則にあわない建築物の氾濫原での再建は、地区制条例で禁止されている。ただし、1971年9月1日以前に存在した1戸建住宅については改訂されているように例外である（111条の57）。50年ライン内にあるこのような建造物は、洪水の結果、被害を受けあるいは破壊されたら、再建あるいは修復してよい。プリンズ・ジョージズ郡では、地区制適用の検査段階で氾濫原境界がきめられる。氾濫原に位置することの意味については、土木部とM-NCPPCによって検討される。

所掌機関 メリーランドワシントン地域公社法のもとに、M-NCPPCに本地域内の地区制（ゾーニング）の権限が与えられている（1965年のモンゴメリー郡規則の70節、および1963年のプリンズ・ジョージズ郡規則の59節）。

4. 雨水排水

i) モンゴメリー郡

雨水関連法規 雨水排水に関する義務付け事項は、メリーランド州・ロックビルのシェイディグロブ道路2351にある土木部でわかる。郵便番号は、10850である。

所掌機関 1968年の7月、土木部は（WSSCから）郡内のすべての雨水排水計画の設計、および施工を所掌することになった。モンゴメリー郡内の道路維持課は、230マイルの埋設雨水管と520マイルの表面排水施設を管理している。すなわち、1480マイルの郡道の緑石と路肩の維持をしている。土木部は河川改修と郡道のカルバート維持の責任がある。

開発者の行う手続 土木部は雨水排水計画の承認を行なわねばならない。これは地所を細分化する際に行なわれる。

ii) プリンズ・ジョージズ郡

雨水関連法規 雨水排水と施設の配置に関する義務付け条項は、メリーランド州・ハイアッツビルのハミルトン通り4017にあるワシントン近郊衛生委員会(WSSC)で手に入る。

所掌機関 WSSCは、プリンズ・ジョージズ郡内の現有表面排水施設に関して責任をもつ。承認された計画にしたがって建設されたすべての付加的排水施設の維持管理も行なう。WSSCの権限には、排水計画のコストに土地所有者や開発者に貢献するよう要求して、土地および地役権の取得を行なうことを含む。

開発者の行う手続 一般的に開発者は、排水路や河川を伏がいがすることが要求される。これは側溝やその種のものが許される田園地区は除かれる。自然河川の状態での開水路排水は、後日とくに改修する必要があると許されるだろう。WSSCは、プリンズ・ジョージズ郡内で開発者その他が提案する雨水排水施設の設計に承認を与える。

5. 流出土砂制御

モンゴメリーおよびプリンズ・ジョージズ郡
雨水関連法規 この両郡では、土砂流出および浸食防止計画が、雨水の現地貯留に関する計画を含めて要求される。モンゴメリー郡での条例では、少なくとも2年確率の降雨について、開発後のピーク流量を開発前のその値にまで落す現地貯留を要求している。

所掌機関 メリーランド州規則(注釈版)の105-110節によって土壌保全公社が、平場(terraces)、うね(berms)、池その他の土砂浸食防止に必要な構造物の建設を義務付ける条例を採択する権限を持っている。また、1965年のモンゴメリー郡規則の83A章によって郡の環境保護部が、モンゴメリー土壌保

全公社(MSCD)が承認した土砂流出防止計画を実施する権限をもっている。

開発者の行う手続 土地を開墾し、整地する前に土砂流出および浸食防止計画をモンゴメリーあるいはプリンズ・ジョージズ土壌保全公社(MSCD or PGSCD)に承認してもらう必要がある。承認のためMSCDに提出されるすべての開発計画書は現地雨水管理に関する条項を含まなければならない。

附録B 雨水管理手法に関する財源

連邦政府事業(Federal Programs)

農 務 省

1. 1962年の流域保全および洪水防止法(Watershed Protection and Flood Prevention Act of 1962) 本法は、洪水防御、灌漑、土砂流出防止、排水、魚類と野生生物育成、およびレクリエーションのための小流域計画に対して、土地取得と開発費の50%まで補助する。

2. レクリエーション企業へのローン 土地所有者や農業組合等が農地をレクリエーション利用に転換するのに対して資金が設けられている。これは、補助金というよりはローンなので、土地所有者はこれらの資金を、キャンプ施設や他の戶外レクリエーション需要にこたえる施設を作るのに利用することができる。他の農務省の事業にも、収入を得るための林地のレクリエーション開発のための融資がいくつかある。

3. グリーンスパン事業(Greenspan Program) 牧草地調整事業における本事業は、農地利用から保全あるいはレクリエーション目的に転換するための土地取得費用の50%まで補助する。この資金は地方機関の土地取得、野生生物のための施設建設、水質および大気汚染防止、土地保全事業に使うことができる。

4. 緊急保全対策 この事業補助は、農地の風による浸食を制御したり、同様に風蝕、洪水、ハリケーン、あるいはその他の自然災害によって、災害を受けた農地を再生する緊急保全対策を実施できるその農学者に与えられるもの

(注) Bulding は建築, Construction は建設, Structure は建造物とそれぞれ区別して訳した。

である。

5. 農業保全 (Agricultural Conservation) 80%までにも達する補助金が、通常認められる土壌、水、林地、野生生物、および汚濁減少等の各保全行為を行う農業者、牧場主、林地所有者等に設けられている。この事業は、賢明な土地利用および国民の農地の十分な保全を確保し、現在農業生産を行っている土地を補足的に改善するように仕組まれている。

6. 共同森林 これには、流域保全、森林や荒地での洪水防除、および自然災害時の緊急洪水防衛等のための州、地方庁、そして私有森地に対する公式補助金が含まれる。

陸軍工兵隊

小規模プロジェクトに関する権限——これは100%補助される。——最近の政策の変化によって工兵隊は、氾濫、および排水問題に関して目標を定めるための調査をする権限が付与された。これには100万ドルの限界があるが、そのような調査を開始する権限は、各工兵隊分区の長官に与えられており、本部や議会の承認を受ける必要はない。この予算からの援助を想定して工兵隊は、そのプロジェクトが有益で経済的であることを決めるために、現存する資料から報告を作り(3-4ヶ月)、次いで詳細な調査を行って、その問題の解を得るのである(8-9ヶ月)。

国防省 (Department of Defence)

水資源開発プロジェクト 本事業は、貯水池およびその他の水資源プロジェクトでの土地の取得、あるいは借用および近隣のレクリエーション施設の開発等の費用を用立てる。貯水池のない場所では、レクリエーション施設の開発費用は50%まで見るが、土地あるいは維持費は見ない。

環境保護庁 (EPA)

EPAは、1972年の連邦水質汚濁防止法にしたがって、雨水排水施設の調査と建設に資金を供与する権限を取得した。この援助の申請は、州に提出され証明と優先順位の決定をへな

ければならない。現在メリーランド州では汚水の処理に力点が置かれている。

住宅および都市開発省 (最近では連邦政府の予算縮少を受けている)

1. 史蹟保全補助金 本資金は、史蹟の取得および復興費用の50%まで補助するもので1961年の住宅法(改訂)にしたがって供給される。補助金は、史蹟保全目的に合致する場所に対して、その土地と構造物に提供されるが、もちろんそれらは、National Registerで作られた基準にあったものでなければならない。ただしこの事業はここ数年実施されていない。

2. オープンスペース用地事業 (Open Space Land Program) レクリエーションあるいは他の空地的利用 (open uses) のためのオープンスペースの取得、開発および保全に対して50%以下の補助金が用意されている。加えてオープンスペースを確保保全する新しい手法、あるいは改良手法のデモンストレーションプロジェクトには90%に達する補助が可能である。この資金を州が受けたときはほとんどの場合、地方公共団体が利用する。というのもこの資金は地域の総合開発計画の一部としてのオープンスペースの準備に使われなければならないからである。

3. 都市美化法 (Urban Beautification Act)——修景、遊歩道、日除け(おおい)照明、ベンチその他の改良費用の50%までの補助金が地方公共団体の都市美化および改善事業に対して設けられている。デモンストレーションプロジェクトの場合は総費用の90%まで可能である。

4. デモンストレーション都市法 大都市圏で各行政体の総合計画および協力が実質的な発展をとげているところでは、本法によりオープンスペースの取得および改善に対して20%の補助がなされる。

5. 近隣レクリエーション施設準備事業 再開指定地域に対しては費用の75%まで、他地域では2/3までの連邦の補助が得られる。本資金は新しい建設、あるいは現存するレクリエーション施設のための土地拡張、取得、ある

いは再生等に使われる。これは地方公共団体と
りわけ都市域のそれに非常に有効である。

内 務 省

1. 土地および水保全資金 この資金は、
戸外レクリエーション局によって管轄され、戸
外レクリエーション地域の計画、取得あるいは
開発に対して50%までの連邦補助が出される
(極度の連邦予算の削減によってほとんどのプ
ロジェクトが除外された)。

2. 遺物保存法 1966年に通った本法
は、国立公園局によって管轄され、歴史的資産
の計画、取得、保護、再生、復興、および再建
に補助金が支給される。

運 輸 省

道路美化 (Highway Beautification)

連邦が補助した道路に割り当てられた資金
の3%にあたる額が路側の開発に割り当てられ
る。その中には休息所やレクリエーション地域
が含まれる。これに対応した州資金はとくに要
求されない。最近の方針によれば分離自転車道
や歩道、あるいは乗馬道等の新設用地のために
過大に土地を取得するのも認められている。

一般サービス庁 (General Service Administration)

連邦余剰土地の処分 連邦政府にとって必
要なくなった資産土地が地方公共団体の用に供
される。たとえば、公園(この場合公共団体は
市場価格の半分を支払わねばならない)、野生
生物保全地域、あるいは公共飛行場等への利用
である。

水資源協議会 (Water Resources Council)

水資源計画 水およびその関連土地資源管
理計画の作成に対して補助金がでる。

州の補助事業

州の補助事業は、連邦政府のそれにオンブ
しているのがほとんどである。すなわち、連邦政
府がある事業に50%の補助金をつけた場合、

州が25%もつといった風である。例を挙げれ
ば、水資源局は流域保全および洪水防除法のも
とに、州の財政援助を司っているが、これは計
画費用の非連邦分の50%までの範囲である。
そのうえ、多くの連邦補助金が州機関によって扱
われている。例えば、メリーランド州では土地
と水の保全基金を天然資源局が所掌している。

主たる州事業には、“オープンスペース事業”
がある。この補助金は郡に割り当てられてオー
プンスペース、あるいは公園目的の土地所得、
および公園開発に対して援助される。この事業
は、天然資源局の所掌であるが、計画局が州の
オープンスペースプランに基づきながら資金配
布の優先順位をつける。

附録C：雨水貯留必要量の算定法^{*}

以下に述べる内容は、1971年のメリーラ
ンド州流出土砂抑制計画から採ったものである。
これらのグラフは、排水区域の面積から雨水貯
留の必要量を算定するための計算例として役立
つであろう。以下の文で述べるようにラシヨ
ナル法が計算の基本として使用され、種々の仮定
も行なわれている。この方法は図によって示さ
れているが、これらのグラフが、現地の条件に
合うように修正した後でないと、グラフを設計
に用いてはならない。

必要貯留量と最大許容放流量を求める方法

必要貯留量は、図-1、2から直接求めるこ
とができる。許容放流量は、図-3から読み取
ることが可能である。これらの図は、以下に述
べる手順により利用できる。

1. ラシヨナル式による流出量 ($Q = CIA$)

2. 開発予定地の係数Cは、モンゴメリー郡
土木局の暫定雨水排水基準(1968. 7. 1)よ
り求めること。未開発地のCは、勾配や地表面
条件にかかわらず0.2とする。

3. 2年確率降雨強度は、合衆国商務省気象
庁の技術報告No 25 (Technical Paper
No 25, U. S. Department of Com -
merce, Weather Bureau) とモンゴメリ

^{*} モンゴメリ郡流出土壌保全公社により求められ
たもの

郡の基準より求めること。

4. 到達時間の計算は次のように定められている。

a. 排水地域の長さは、巾 1.5 倍であると仮定する。

b. 長さ 400 フィート (120 m) 以下の長さの流域の到達時間は、15 分と仮定する。

c. 400 フィートを超える流域については、400 フィートを超える部分の流速を 6 feet/s (1.8 m/s) と仮定する。

5. 許容放流量すなわち開発前の 2 年確率流量は、1～400 エーカー (0.4～160 ha) の面積に対して求めること。

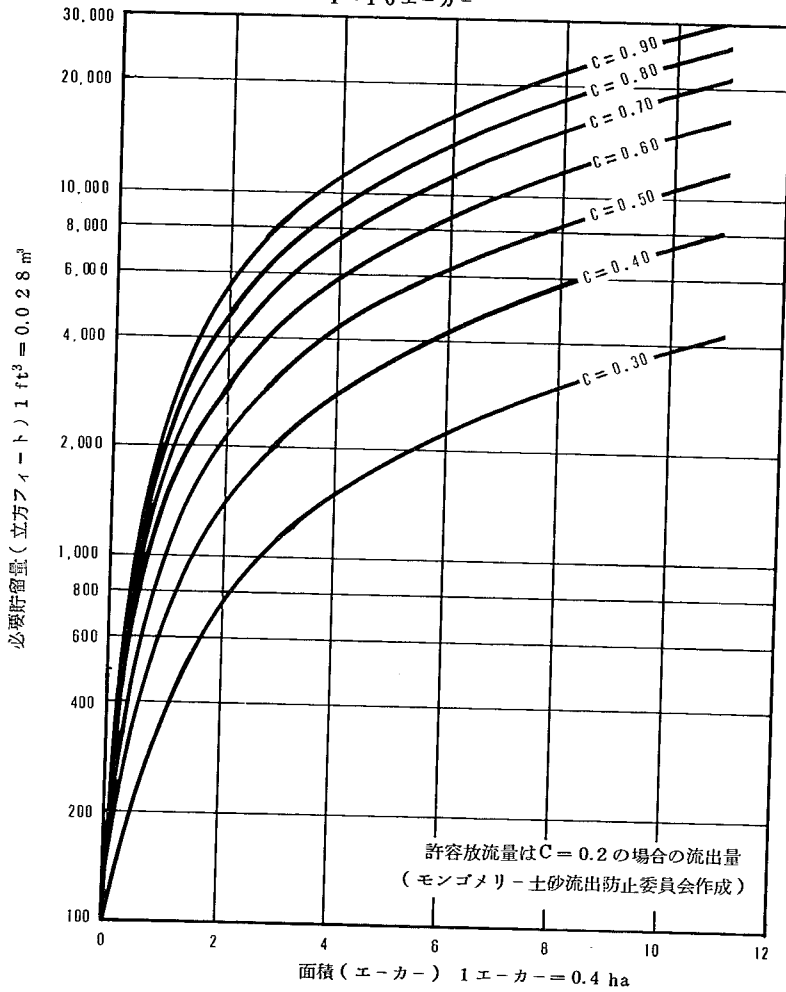
モンゴメリー土壌保全公社

暫定の雨水貯留曲線

曲線 No. 1

必要貯留量 - 2年確率

1 ~ 10 エーカー



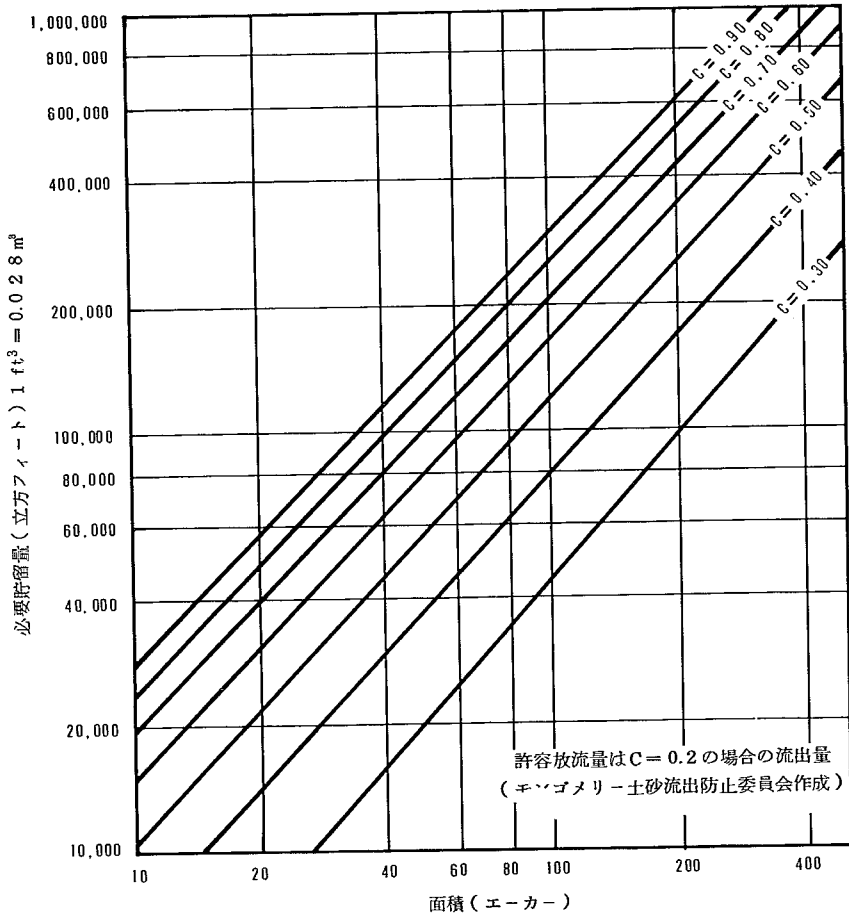
モンゴメリー土壌保全公社

暫定の雨水貯留曲線

曲線 No. 2

必要貯留量 - 2年確率

10 ~ 400 エーカー



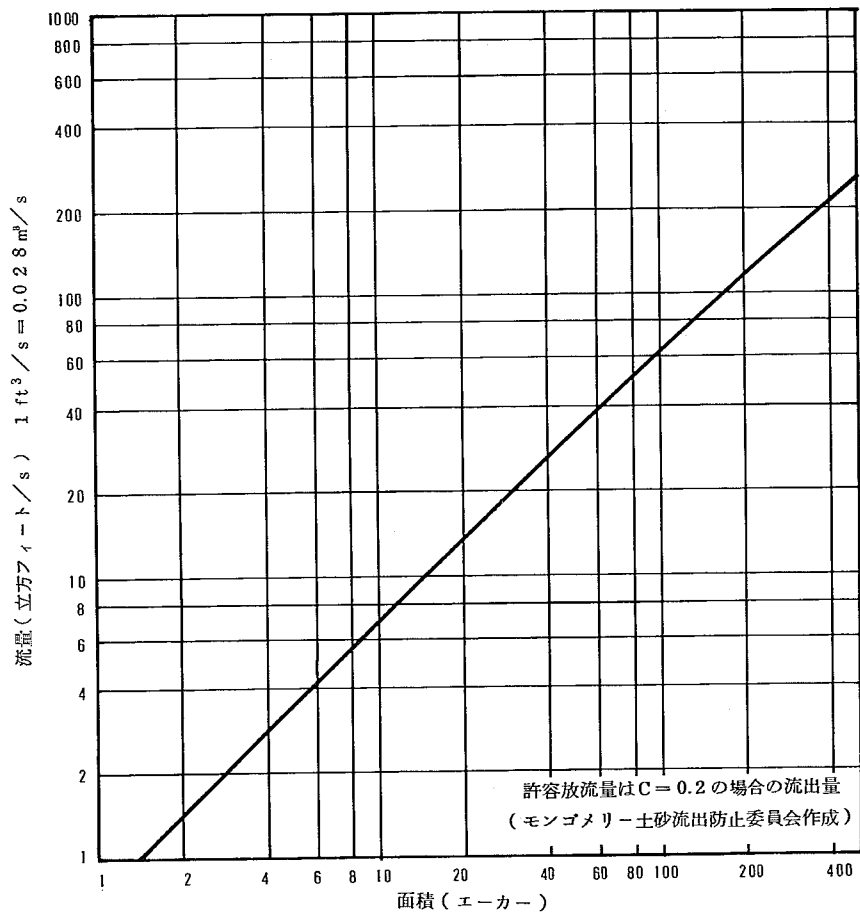
モンゴメリー土壌保全公社

暫定の雨水貯留曲線

曲線 No. 3

必要貯留量 - 2年確率

許容放流量



附錄D：文 獻

1. American City, "How to Cut Flood Damage Costs", Vol. 88, No. 8, August 1973.
2. American Public Works Association, "Water Pollution Aspects of Urban Runoff", Report for EPA, Program No. 11030 ONK 01/69.
3. American Public Works Association, "Combined Sewer Regulator Overflow Facility", Report for EPA, Program No. 11022 DMU 07/70.
4. American Public Works Association, "Combined Sewer Regulation and Management—A Manual of Practice", Report for EPA, Program No. 11022 DMU 07/70.
5. American Public Works Association, "Prevention and Correction of Excessive Infiltration and Inflow into Sewer Systems", Report to EPA, Program No. 11022 EFF 01/71.
6. Antoine, "Drainage and Best Use of Urban Land", Public Works, Vol. 95, No. 2.
7. Avco Economic Systems, "Storm Water Pollution from Urban Land Activity", Report for EPA, Program No. 11034 FKL 07/70.
8. Battelle, "Environmental Assessments for Effective Water Quality Management Planning", Report for EPA, Contract No. 68-01-1072.
9. Biehl, Theodore G., and M. David Waring, "In-line Structure Stores and Treats Combined Overflow", Civil Engineering—ASCE, Vol. 42, No. 9, p. 62, September 1972.
10. Black, Crow and Eidsness, Inc., "Storm and Combined Sewer Pollution Sources and Abatement", Report to EPA, Program No. 11024 ELB 01/71.
11. Chiang, S. L., "A Crazy Idea on Urban Water Management", Water Resources Bulletin, Vol. 7, No. 1, p. 171, February 1971.
12. City of St. Paul, Minnesota, "Temporary Detention of Storm and Combined Sewage in Natural Underground Formations", Report to EPA, Project No. 11030 DSL 05/73.
13. Cross and Barbaro, *Primer on Environmental Impact Statements*, Technomic Publishing Co., Westport, Conn., 1973.
14. Department of the Army, Philadelphia District, Corps of Engineers, "Flood Plain Information, Brandywine Creek, Chester County, Pennsylvania", Report to the Chester County Planning Commission, March 1972.
15. Dodson, Kinney, and Lindblom, "Evaluation of Storm Standby Tanks—Columbus, Ohio", Report for EPA, Program No. 11020 FAL 03/71.
16. Dunbar and Henry, "Pollution Control Measures for Storm Water and Combined Sewer Overflows", *Journal of the Water Pollution Control Federation*, Vol. 38, 1966.
17. Duru, J. Obiukwu, The Maryland-National Capital Park and Planning Commission Storm Water Management Study (Northeast-Northwest Branches, Anacostia River Basin) Technical Progress Report #2, September, 1973.
18. *Engineering News Record*, "When It Rains, It Pours Through the Pavement", Vol. 191, No. 15, p. 38, October 11, 1973.
19. Envirogenics Company, "Urban Storm Runoff and Combined Sewer Overflow Pollution", Report for EPA, Program No. 11024 FKM 12/71.
20. Environmental Protection Agency, "Dispatching System for Control of Combined Sewer Losses", Report for EPA, Program No. 11020 FAQ 03/71.
21. *Environmental Science and Technology*, "Reusing Storm Runoff", Vol. 2, No. 11, November 1968.
22. Everhart, R. C., "New Town Planned Around Environmental Aspects", *Civil Engineering*, September 1973.
23. Fair, M. F., Geyer, J. C., and Okun, D. A., *Water Supply and Wastewater Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1968.
24. Field, "Management and Control of Combined Sewer Overflows", *Journal of the Water Pollution Control Federation*, Vol. 44, No. 7, July 1972.
25. Franklin Institute Research Laboratories, "Investigation of Porous Pavements for Urban Runoff Control", Report for EPA, Program No. 11034 DUY 03/72.
26. Hittman Associates, Inc., *The Beneficial Use of Storm Water, Final Report*, August 1968.
27. Howells, "Land Use Function in Water Quality Management", *Water Resources Bulletin*, Vol. 7, No. 1, February 1971.
28. HUD, "The National Flood Insurance Program", May 1972.
29. Institute for Environmental Studies, University of Pennsylvania, Regional Science Research Institute, U.S. Geological Survey, "The Plan and Program for the Brandywine", Report to the Supervisors and Planning Commissioners of the eight Upper East Branch of Brandywine Townships, October 1968.
30. Jones, D. E., "Where is Urban Hydrology Today?", *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, Vol. 97, No. HY2.
31. Jones, D. E., "Some Urban Water Resources Management Dimensions", *Urban Water Resources Management*, published by ASCE, 1971.

32. Jones, D. E., "Urban Hydrology—A Redirection", *Civil Engineering*, Vol. 37, No. 8, August 1967.
33. Karl R. Rohrer Associates, Inc., "Underwater Storage of Combined Sewer Overflows", Report for EPA, Program No. 11022 ECV 09/71.
34. Knapp and Glasby, "Urban Hydrology—A Selected Bibliography with Abstracts", U.S. Geological Survey, Water Resources Division, Washington, D.C., Report No. W.R.I. 3/72, Dec. 1972.
35. Leopold, Luna B., "Hydrology for Urban Land Planning—A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use", U.S. Geological Survey Circular, 1968.
36. Leopold, Clarke, Hanshaw, Baisley, "A Procedure for Evaluating Environmental Impact", U.S. Geological Survey Circular, No. 645.
37. Linsley, Ray K., *A Critical Review of Currently Available Hydrologic Models for Analysis of Urban Stormwater Runoff*, Completion Report, Contract No. 14-31-0001-3416, Washington Office of Water Resources Research, U.S. Dept. of Interior, 1971.
38. Mallory, C. W., "The Beneficial Use of Storm Water", Report to EPA, Program No. 11030 DNK 01/73.
39. Melpar, "Combined Sewer Temporary Underwater Storage Facility", Report for EPA, Program No. 11022 DPP 10/70.
40. Metcalf and Eddy, Inc., "Storm Water Problems and Control in Sanitary Sewers", Report for EPA, Program No. 11024 EQG 03/71.
41. Montgomery Soil Conservation District. Unpublished survey of storm water management installations (Sample of 21 installations), 1973.
42. Nutter, L. J., and Otton, E. G., "Ground-Water Occurrence in the Maryland Piedmont", Report of Investigations No. 10, Maryland Geological Survey, prepared in cooperation with Geological Survey, U.S. Dept. Interior, 1969.
43. Oster, C. C., "Storage and Treatment of Combined Sewer Overflows", Report to EPA, Program No. 11023 FIY 10/72.
44. Parthum, Charles A., "Building for the Future—The Boston Deep Tunnel Plan", Printed with Permission in "Combined Sewer Overflow Seminar Papers", Report to EPA Program No. 11020 03/70.
45. Pennsylvania Department of Environmental Resources, *Soil Erosion and Sedimentation Control Manual*, July 1, 1972.
46. Pennsylvania Fish Commission, "Stream Improvement Guide".
47. Peterson and Hargis, "Subsurface Disposal of Storm Runoff" *JWPCF*, Vol. 45, No. 8, August 1973.
48. Poertner, Herbert G., "Detention Storage of Urban Stormwater Runoff", *APWA Reporter*, May, 1973.
49. Public Works, "Exploratory Drilling for Chicago's Storm Runoff Storage Tunnel", Vol. 103, No. 3, 1972.
50. R. J. Peterson & Associates, Skokie, Illinois, *A Report On Flood Control*, Arlington Heights, 1973.
51. Roy F. Weston, Inc., "Combined Sewer Overflow Abatement Alternative, Washington, D.C.", Report for EPA, Program No. 11024 EXF 08/70.
52. Roy F. Weston, Inc., "Conceptual Engineering Report—Kingman Lake Project", Report to EPA, Program No. 11023 FIX 08/70.
53. Rice, "Reduction of Urban Runoff peak Flows by Ponding", *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, ASCE, Vol. 97, No. 1R3.
54. Soil Conservation Service, *Maryland Sediment Control Program*, U.S. Department of Agriculture, College Park, Maryland, 1971.
55. Soil Conservation Service, "Grass Waterways in Soil Conservation", Leaflet No. 477, USDA.
56. Soil Conservation Service, "Our American Land", Agriculture Bulletin No. 321, USDA.
57. Soil Conservation Service, "That Land Down There", Agriculture Bulletin No. 255, USDA.
58. Springfield Sanitary District, "Retention Basin Control of Combined Sewer Overflows", Report to EPA, Program No. 11023 08/70.
59. Task Force on Effect of Urban Development on Flood Discharges, "Effect of Urban Development on Flood Discharges—Current Knowledge and Future Needs", Progress Report, Committee on Flood Control, *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, Vol. 95, No. HY1.
60. Underwater Storage, Inc. and Silver and Schwartz, LTD, "Control of Pollution by Underwater Storage", Report for EPA, Program No. 11022 DWF 12/64.
61. University of Wisconsin—Milwaukee and the University of Wisconsin, Proceedings from "Deep Tunnels in Hard Rock", and institute held at University of Wisconsin—Milwaukee on November 9-10, 1970, Report for EPA.
62. Water Pollution Control Federation, "Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers—Manual of Practice No. 9".
63. Wright-McLaughlin Engineers, Denver, Colorado, March 1969; Denver Regional Council of Governments; *Urban Storm Drainage Criteria Manual*, Vol. 1 & 2.

4. アメリカでの総合治水対策関連条例(訳)

4.1	アメリカ各都市の条例のまとめ	139
4.2	ジョリエット市の雨水貯留条例	143
4.3	ボールダー市の条例 (No 3505, 3927, 4056) (訳)	143

4. アメリカでの総合治水対策関連条例（訳）

4-1 アメリカ各都市の条例のまとめ

「アメリカにおける都市域での雨水貯留の実状」を訳出したあと、より詳細な情報を得るため、アメリカの雨水貯留を行っている行政機関に手紙により条例送付の依頼を行った。

表-1は送られて来た条例をまとめたものである。

表-1より見ると、流域（氾濫原）管理と、雨水貯留を組み合わせる洪水防御を行っている都市が多いことがわかる。また土壌浸食と、そ

れによる土砂流出防止のために雨水貯留を用いている都市もかなりある。排水料（drainage fee）を開発者より徴収し、排水施設の建設費に当てている都市も見られる。

全体を通して見れば、アメリカでは、開発によって生じる雨水流出の増加は開発者の責任によって処理すべきであるという思想が広く行き渡っているように思われる。

これらの中から、一般的なものと考えられるイリノイ州ジョリエット市、コロラド州ボルダー市の条例を訳した。

地 名	地 域	条 例 名 (+ 英 文)	発 令 日	対 象 と 内 容 の 要 約				担 当 部 局	技 術 的 有 無	備 考
				貯 留	氾 濫 原 理	そ の 他	内 容			
ナバールビル市 (イリノイ州)	ナバールビル市 ウィル郡 ド・ページ郡	12章“上下水道” (“Plumbing, Sewers and Water”)に9節雨水に流出抑制制 (Storm Runoff Control) の追加 (Ordinance 72-74) 市条例の追加, 修正3回	1975. 8. 18	○			2 1/2エーカー以上のすべての土地利用開発計画に適用 100年確率 下流流出能力を越えない, 加えて最下流河川の制約より0.15インチ/hrを越えない。	Director of Community Development 地域開発部長	有 (推定)	on-site
ボウルダー市 (コロラド州)			1969. 8. 5 1973. 7. 17 1975. 11. 4	○	○	○	第1回 氾濫原管理 洪水流下区域 洪水貯留区域 前者は建築禁止, 後者は100年洪水位2ft以上について許可 第2回 イ. マスタープランの作成 ロ. 洪水防制利用料 (flood control service fee) ハ. 1戸建以上のすべての開発に雨水貯留の義務付け	(洪水防制部)	有	洪水危険情報 図添付
アーバード (コロラド州)		市条例の追加修正2回	1970. 10. 8 1972. 2. 21	○			第1回 開発者は排水料の支払あるいは排水施設の建設の義務付け 第2回 貯留池の義務付けの追加排水料の改訂 現地貯留の義務付	(技術部)	有	
モンゴメリー郡 (メリーランド州)		メリーランド州土砂浸食防止法	1970.	○			総合計画の立案 (すべての手法を含む)	モンゴメリー土 壌保全会	有	
首都圏及びメリーランド都市計画公園委員会 (Maryland-National Capital Park and Planning Commission)	プリンスジョージズ郡 モンゴメリー郡 (メリーランド州)	州 法		○	○	○			有	

地 名	地 域	条 例 名 (+ 英 文)	発 令 日	対 象 と 内 容 の 要 約				担 当 部 局	技 基 の有無	備 考
				貯 留	氾 濫 原 管 理	その他	内 容			
都市排水および 洪水防衛公社	デンバー周辺	コロラド州法	1969	○	○		相当の制限と予算の付与を受けたが、これまでは、氾濫原条例の採用を各公共団体にPRしただけであった。30有余の都市が採択。貯留条例はまだなかばである。 駐車場のみ現地貯留の対象とされている。 総流出量の50%貯留 開発行為に対して排水料の徴集 (drainage fee)	デトロイト市上 下水道局		
デトロイト州 (ミシガン州)	デトロイト市	市 条 例		○						
フレズノ郡 (カリフォルニア州)		9章 排水料条例 (Drainage fee regulations)	1969. 4. 8 1974. 12. 30 改正							
アン・アーバー市	アン・アーバー市	63 専土壌浸食と流出土砂の抑制に関する条例 (Soil erosion and sedimentation control ordinance)		○	○	○	開発において工事中および完成後、土壌浸食防止工法を義務付ける ○ 地表面保護 ○ 雨水流出の表面流速の増加を抑制する。 雨水貯留の義務付 対象：住宅地 - 10エーカー以上 非住宅地 - 5エーカー以上 不透水面積 60 免以上の開発 - すべての開発 許容放流量 開発前流量、流過能力のいずれか小さいもの 計画規模 100年	(建築担当官)		
ジョリエット市 (イリノイ州)	ジョリエット市	雨水流出の貯留に関する条例 (An ordinance providing for detention of storm water run-off)		○				(土木部長)		on-site及び off-site
大シカゴ圏衛生公社 (イリノイ州)	シカゴ周辺 126 市 町 村	下水道許可条例 (Sewer permit ordinance)	1969. 7. 10	○	○		計画規模 100年 以下省略			

地名	地域	条例名 (+ 英文)	発令日	対象と内容の要約				担当部局	技基の有無	備考
				貯留	氾濫原管理	その他	内 容			
ウィル郡 (イリノイ州)		洪水被害防衛条例 (Flood Damage Prevention Ordinance - Subdivision)	1970	○	○		○ 氾濫原規制 洪水防衛水位以下には建物を建ててはいけない。 氾濫原の盛土等の開発により減少した容量は、氾濫原内の掘削によりおきなう (Compensatory Storage) ○ 雨水貯留の義務付 対象：独立住宅 - 5エーカー以上 集合住宅 - 2 " " 非住宅地区 - 2 " " 許容放流量 開発前流量および下流流下能力 計画規模 100年 開発による土壌浸食防止 ○ 表面工法の採用 ○ 100年確率の雨に対して、開発前流量におさえるため貯留の実施 ○ 5エーカー以下の開発で貯留を行わない場合は\$11,000 / acre-foot 払う ○ 斜面流速を下げる工法をとる。 対象：100 ft³以上の土工、3 feet以上の盛土、4 feetより深い掘削、面積5000 ft²以上の土工、面積5000 ft²以上のばっ探 (約0.1 acre)	○ ウィル郡計画局 ○ 都市計画委員会		
パラティン村 (イリノイ州)	パラティン村	パラティン村の地域制条例を修正する条例 (An Ordinance Amending The Zoning Ordinance of The Village of Palatine) (Erosion and Sediment Control Ordinance) 追加修正 (土壌浸食及び土砂流出抑制条例)	1975. 2. 10	○	○	○	○ 100年確率の雨に対して、開発前流量におさえるため貯留の実施 ○ 5エーカー以下の開発で貯留を行わない場合は\$11,000 / acre-foot 払う ○ 斜面流速を下げる工法をとる。 対象：100 ft³以上の土工、3 feet以上の盛土、4 feetより深い掘削、面積5000 ft²以上の土工、面積5000 ft²以上のばっ探 (約0.1 acre)	イリノイ州、クック郡 パラティン村の 評議委員会と議長		

4-2 ジョリエット市の雨水貯留条例

これは、アメリカのイリノイ州ジョリエット市 (City of Joliet, Illinois) の 1973 年制定の雨水貯留条例である。

条例 No 6066

雨水流出の貯留を行う条例

市長と市議会は、ジョリエットにおける急速な開発によって増加した雨水流出を受け入れ、流過させる河川の能力が不足し、同様、現在ある下水道施設も再開発によって増加する流量を受け入れ、流過させる余裕がなく、これらの受け入れ先の河川や下水道施設は、はんらんを起こしやすく、水理的に過負荷になり、資産の被害が大きくなっていることを認めている。それゆえ、ジョリエット市の議会は、これを制定する。

1 節：5 エーカー (2 ha) 以上の非住宅開発地の新しい建築、すべての 10 エーカー以上の住宅開発、すべての不透透面積が 60% を超えるような開発には、貯留施設および雨水流出を制御する施設が必要である。

2 節：貯留施設は、合衆国気象庁がジョリエット市について出版した 100 年確率降雨を用いて、設計計算を行い、計算は、合理式を用いること。

3 節：すべての開発からの雨水流出のピークは、次のものを上回ってはならない。

- その地域が、自然の未開発状態であったときの流出ピーク
- 現存の下流の雨水管および河川の (割り当て) 流過能力
- その地域の出口の水路の能力が十分大きいことが詳細な計算により示されないならば、流出係数 0.3 で計算した 2 年確率降雨による流出量

4 節：必要な貯留容量は、貯留池の流域が完全に排水施設が建設された状態での 100 年確率降雨の継続時間中の流出量より放流量を差し引いた水量を処理できるものとする。

5 節：貯留施設の維持管理は、施設の所有者が行うこと。市に寄付された施設の維持管理は、

市が行う。

6 節：土木部長 (Director of Public Works) は、貯留の方法、流出制御の方法、他の必要な計算方法について検査と承認の権限をもつ。

7 節：土木部長は、その行為が市の利益のために最良であると認められ、そして次の条件を満たしているときは、貯留施設がない下水道の建設、拡張を認める権限をもつ。

a. 貯留施設なしに設計流量を流し得る能力をもつ下水吐き口が存在するか計画されている。

b. 下流で、その計画地域からの流出量を含んだ貯留池が造られている。

8 節：建築許可の発行は、この条例の条項と条件に適應する方法で建築物が建設されることを部長へ適当な証明が行われることを条件として行なわれる。

9 節：この条例は、この条例成立以前に提出された住宅地の計画には適用されない。条例成立後に再開発が計画された場合にのみ適用される。

10 節：この条例の条項は、イリノイ州ジョリエット市の法令の一部を成すものと議会が定める。この意向のもとに、この条例の各章は、法令体系の中に組み込まれる。

11 節：この条例全体と各条項は、他より分離できるものとする。この条例の章、節、段落、文、条項の廃止は、条例の他のどの部分の有効性に影響を与えない。

12 節：この条例の条項を侵す他のすべての条例及び同じ内容の条例は、この結果、廃止される。

13 節：この条例は、議会を通過し、法律として承認され、記録された後に効力を発する。

1973. 10. 2 市長承認

1973. 10. 3 条例集に記録

1973. 10. 6 ジョリエット・ヘラルド・ニュースに発表

4-3 ボールダー市の条例

アメリカのコロラド州ボールダー市 (City

of Boulder, Colorado)は、デンバー市の近郊にあり、ロッキー山脈が平野部と接するところにある。ボルダー市は、雨水排除及び洪水防御に関する条例を3つ持っている。1つは、1969年制定の条例No 3505で、洪水氾濫原規制に関するものである。2つ目は、1973年制定の条例No 3927で、雨水排除基本計画と雨水排除料金に関するものである。最後は1975年制定の条例No 4056で、1969年制定のものの改正である。ここには、この3つを訳した。

(1) 条例 No : 3505

この条例は、1965年のボルダー市改訂規則の37章ゾーニング条例の改正である。

この改正は、この章に9節「その他の土地利用規制」と37-901条から37-911条の条文を付加することによって行われる。その内容は、用語の定義；洪水氾濫規制地域の目的；洪水氾濫規制地域の定義；洪水流下区域（Flood way District）及び洪水貯留区域（Flood Storage District）の決定；洪水氾濫地図制定時の公示と他の必要な手続；条例の規制を受ける地域を明示した地図と条例の保管方法；条例が適用される地域の公表；規制対象になる土地利用に対する条件付許可；洪水流下区域の使用を許可される土地利用とその条件；その他の利用についての申請手続と許可基準；洪水貯留区域内で許可される土地利用とその条件；洪水耐水化の基準；条例違反に対する罰則；許可された土地利用に生じた被害に対する市とその機関の責任免除；これらに対する細則の決定；から成っている。

洪水氾濫原規制法は現在、制定準備中であり、市を流れる河川の氾濫情報は現在作成中である。そこで、コロラド州ボルダー市の市議会は、この条例を制定した。

第1節 1965年のボルダー市改訂規則の37章「ゾーニング条例」は第9節「その他の土地利用規制」と37-901条から37-911条の条文を付加することによって改正される。

第9節 その他の土地利用規制

37-901条 目的 (Purpose)

洪水に関する土地利用規制に関するこの節は、市民の健康、安全、福祉の増進をはかるために以下の諸施策を行うものである。

(a) 人命、財産に対する洪水危険を減少させるために

(1) 洪水時に人命、財産が危険にさらされるような土地利用を禁ずる。

(2) 洪水時に市民の健康と安全をそこなうような土地利用を禁止する。

(3) 許可された土地利用においては、建築物の破壊防止流失防止をはかる。

(b) 洪水氾濫規制地域にある建築物を守るために

(1) 住宅については、居住者を守るための設計基準を制定する。

(2) 病気、汚染、非衛生的な環境を防止するため上下水道の設計方法を確立する。

(3) 不適当な土地利用が拡大しないように、この条例の対象となる線引き地域を明示した地図と、この条例の公示を行う。

(c) 洪水防御のための、市民の過大な負担を防ぎ、洪水地域のすべての土地利用が禁止されることを避けるために洪水危険地域内の財産と人命を保護するような建築様式、開発様式を定める。

(d) 洪水の円滑かつ低流速での流下のために必要な自然地域を保存する。

(e) 洪水貯留区域は、洪水防御計画に悪影響を与えないように開発を規制する。

(f) 河川、溝渠、人工水路を含む洪水を流す施設は、その流下機能を保全する。

37-902条 定義 (Definition)

水路 (Channel) — 明確な河床と堤防を持ち、持続的、周期的に流水を取り込み流下させる、連続した自然のあるいは人工の低い土地、湖のような静止した水を取り込む地域を含む。

公共施設の監督官 (Coordinator of Public Facilities) — ボルダー市の既設の事務所とその同等の機関は、その名称を変える。これは、これらの機関の職員についても同ようである。

洪水 (Flood) — 常時に水がある、川、水

路や湖等の静水を貯える地域を越えて流れ出す水。

洪水氾濫原 (Flood Plain)——河川、水路や湖等の静水を貯水する地域と、これに沿った100年確率洪水によって浸水する地域。この語は「洪水氾濫規制地域 (Flood Regulatory area)」と同意である。

洪水貯留区域 (Flood Storage District)——洪水氾濫原の一部で、洪水流下区域の外周にあり洪水を貯留する区域。この区域は、洪水のピーク流量を低減するのに役立つ。

洪水流下区域 (Floodway Area)——洪水氾濫の一部で、100年確率洪水を流下させるのに必要な区域。この区域では、洪水はかなりの水深と流速を持つ。

洪水縦断 (Flood Profile)——過去のデータと一般的技術理論から出された工学的判断により、洪水水位と、水路周辺の地形との高低関係を図面等で示したもの。

耐水処置 (Flood Proofing (Flood Proof, Flood Proofed))——洪水被害を小さくし、洪水による流失を防ぐため、構造物や可動物を改造すること。

洪水防壁標高 (Flood Protection Elevation) ——現況において、洪水縦断より2フィート高い標高。

可動物 (Movable Object)——トラレー、自動車、モービルハウス、タンク、水槽等のように地面に固定されず、流水によって流失する可能性のあるもの。

100年確率洪水 (One Hundred (100) Year Flood)——考えている水路の直接的な解析や類似の水路の洪水解析によって求められた100年に一度の生起確率をもつ洪水。これを上まわる確率年の洪水の生じる年超過確率は約1%である。

永久構造物 (Permanent Structure)——長期間使用に耐えられる材質、構造によって造られた構造物。

仮設構造物 (Temporary Structure)——短期間の使用に耐えられる材質、構造によって造られた構造物、または短期間の使用を目的とした構造物。

水路 (Water course)——河川、排水路、貯水池、湖のように洪水が常時または一時的に流入する場所。これには、都市の雨水を排除する下水道を含む。

37-903条 洪水氾濫規制地域 (Flood Regulatory Area)

(a) 地域の範囲

洪水氾濫規制地域は、水路とその周辺の洪水により浸水する地域であり、100年確率洪水位より求められる。この地域は、洪水流下区域と洪水貯留区域とに分けられる。

洪水流下区域と洪水貯留区域は、市議会によって承認される公式洪水氾濫地図 (Official maps) によって設定されなければならない。市議会は、100年確率洪水の範囲について開水路水理の専門家と、共同作業を行い正確な情報の把握と正確な決定を行い、洪水氾濫地図がコロラド州水委員会 (Colorado Water Conservation Board) の承認を得られるように努力しなければならない。市議会の決定の前には計画委員会

(Planning Board) からの助言、指導を必要とするが、すでに承認され、採用された洪水氾濫地図の変更については充分、慎重に行わなければならない。

洪水氾濫地図が市議会で承認された場合には、それは洪水氾濫規制地域および、洪水流下区域、洪水貯留区域の公式地図となり、財政記録局の局長 (市の書記が兼任する) (Director of Finance and Record, ex-officio City Clerk) が写しを保管しなければならない。原本はこの節の記述に従い、市で保管される。

(b) 公示——公式洪水氾濫地図の採択時

計画委員会と市議会は、洪水氾濫規制地域を決定する公式洪水氾濫地図を採択する場合には、予め市民の意見を聞かなければならない。予定洪水氾濫地図は、審議会の以前、少くとも20日間市の財政記録局に置き、市民の閲覧に供する必要がある。この章に規定しているすべての条項にかかわらず、審議会の公示は、ボルダー市で広く購読されている新聞に載せなければならない。この公示は、

2 回行う必要がある。1 回目は審議会の 15 日～20 日前に、2 回目は、10 日～15 日前に行う必要がある。公示では、水路と洪水氾濫規制地域内となる土地について触れなければならない。公示には、さらに予定洪水氾濫地図が財政記録局にあり、関心をもつすべての市民、団体が供覧できることを述べる必要がある。

(c) 公式洪水氾濫地図の変更

公式洪水氾濫地図の変更、改正をしようとする場合は土木局長は、計画委員会にこのことを通知しなければならない。計画委員会は、37-903 条(b)で規定された審議会を開いた後に、市議会に提出しなければならない。市議会は、37-903 条(a)と(b)に従い手続きを行わなければならない。

(d) 記録の保管

各条項で定められた記録の写しは、ボールダー郡登記所と裁判所に保管されなければならない。公式洪水氾濫地図とその変更部分も、ボールダー郡登記所に保管される。一般市民は、計画されている変更、又は変更中のものについて、ボールダー市の公共施設監督官に問合わせることによって情報を得ることができる。

37-904 条 規制の適用と実施 (Applicability and Administration of Regulation)

(a) この節で述べられた規制は、公式洪水氾濫地図によって定められた各々の区域について、あらゆる土地に適用される。洪水流下区域及び洪水貯留区域内に存在する土地については、規制が決定された後は、各々の区域の基準に合わせる必要がある。

この節によって行われる規制は、既定のゾーニング条例の補足であると解釈される。2 つの規制が矛盾する場合は、より厳しい規制が優先する。

(b) 公共施設の監督官は、この節の規制を実施する義務がある。

37-905 条 法に拘束されない土地利用—その基準と条件 (Non-Conforming Uses — Standards and Conditions

of Use)

すべての洪水氾濫規制地域において、現存の合法的な土地利用は、この条の後半に述べる条件に合っておれば利用を続けることができる。この、法に拘束されない土地利用は、この節の手続きを踏まなければ、その利用を拡大することはできない。このような、法に拘束されない土地利用は、連続して 18 カ月間利用されないならば、それ以降の利用は、この節に述べる許可を得た後でないと行うことができない。通常の使用による破損や、使用効率低下に対する修理（消防条例、建築条例や他の条例で要求される改造や、火事、爆発や、洪水以外の天災後の修理は除く）や、軽微で、法に拘束されない土地利用の現状条件を変えない改造は、それが市の他の条例に合っているかぎり許される。公共施設の監督官は、火事、爆発や洪水以外の天災の修理の許可が求められた場合、地域の状況に応じて洪水耐水化を要求しなければならない。また、構造物が建て直される時には、洪水に対して最大限の耐久性が発揮されるように場所を選定しなければならない。可動物の貯蔵や設置は、洪水耐水化が施されなければならない。他のすべての付属的な土地利用は耐水措置がないものは禁止される。

37-906 条 洪水流下区域で許可される土地利用—その基準と条件 (Permitted Uses in Floodway District — standards and Conditions of Use)

次のような開放的な土地利用は、それが他のゾーニング条例で禁止されていなければ許可される。

(a) 一般的農業、馬や他の家畜の放牧、青果栽培、林業、芝の栽培、野生の作物の採取、野菜や花の栽培、苗床のような農業利用。

(b) 荷積み場所のような商工業用地、操車場及び倉庫や工場への引込み線を含まない鉄道用地、飛行場の滑走路、容易に移動できるか又は洪水に流されない材料や機械の野積み場（解だまりは除く。）

(c) プール、ゴルフコース、ゴルフ練習場、野外劇場、公園、ピクニック場、キャンプ場、乗馬場、ハイキング場のようなレクリエーショ

ン用地。

- (d) 野生生物及び自然の保護地、狩猟動物及び魚の孵化地。
- (e) 表土、砂、砂利等を採取する露天掘り地。
- (f) エネルギー供給線、パイプライン、水位観測施設と道路（橋梁を除く）。

しかし、これらは、以下の条件が満たされなければ37-907条の最初に述べる許可手続が必要である。

- (1) 永久、仮設を問わず構造物を建設しないこと。
- (2) 軽微でない盛土を行わないこと。
- (3) 水の流下経路に変更を加えないこと。
- (4) 浮遊物、可燃物、毒物、爆発物、または、洪水時に人間、動植物に害を与える物の貯蔵、製造を行わないこと。
- (5) 可動物の設置、貯蔵を行わないこと。
- (6) その他の付属的土地利用がないこと。

37-907条 その他の土地利用の許可——
洪水流下区域（Permit for Other Uses
— Floodway District）

- (a) 洪水流下区域で、かなりの量の盛土、堅固なフェンスや壁の設置、材料や可動物の貯蔵、永久あるいは仮設構造物の建築、橋梁、ダム、灌漑施設の建設、水路の改造、変電所、配電所、ガスレギュレーター、電話局を含む公共供給通信施設の建設や、37-905条、37-906条で許されている以外の行為を行うためには（他のゾーニング条例で規制されているものを除く）許可申請を公共機関の監督官に提出し、この節で述べている基準、条例に従って手続きをしなければならない。
- (b) 申請者は、航空写真又は、開水路水理学に有能な登録技術者が証明した洪水氾濫規制地域、水路、既成開発地、未開発地を示した平面図を2部提出する必要がある。これらには、土地所有関係、ゾーニング予定地の自然状況、盛土範囲、標高、建物の床高、耐水処置について明記しなければならない。

申請者は、公共施設の監督官が、その開発予定地が洪水流下区域、洪水貯留区域に与える影響を評価するために必要とした場合は、次のような書類の提出を求められることがあ

る。しかし、提出を求められる書類は、必ずしも以下のものに限らない。

- (1) 水路とその周辺の洪水氾濫地域を示した標準断面図、開発予定地の横断面図と洪水時水位
- (2) 等高線と標高を示した地表面の平面図、重要な構造物と盛土の標高、計画構造物と現存構造物の大きさと位置、街路、上下水道の位置、土質
- (3) 水路床の勾配を表わした断面図
- (4) 建築方法、材料、盛土、浚渫、土地の造成、水路の改良、材料の貯蔵、上下水道に関する仕様書

(c) 公共機関の監督官は、申請書が提出されたならば、以下の例に従い（必ずしも以下の例に限らない）。37-901条に明記された、この節の目的に合致するかどうかを判断する。

- (1) 洪水流下区域の容量に対する影響
- (2) 上流、下流及び近隣の土地に対する影響
- (3) 洪水位に対する影響
- (4) 洪水貯留区域とその背後の土地に対する影響
- (5) 主排水路の支川、排水溝、下水道システムに対する影響
- (6) 公共の洪水防御費用が、この行為により必要となるかどうか
- (7) この申請者が、その後の申請者に比べて不当な利益を得るかどうか
- (8) 予定土地利用が住宅地開発であるかどうか
- (9) 上流、下流及び近隣の住民に対する危険性の増大

監督官が申請された土地利用がこの目的を満たしていると判断すれば、この節の目的を達成するのに必要な条件を付けて許可が発行される。

(d) 例えば、この条件には、以下のようなものがある。しかし、これに限らず、又これらが組み合わせて付けられることもある。

- (1) 汚水処理施設及び廃棄物処理施設の変更
- (2) 上下水道施設の変更

(3) 以下のような流水に対する障害を最小限にするための構造物の位置の変更

a. 構造物の長軸は、洪水の流下方向と平行にすること

b. 構造物の長軸は、近接の構造物の長軸と一致させること

(4) 耐水処置

(5) 構造物が、住宅地開発である場合は、ケーソン基礎、ピロティ、盛土の上に造られなければならない

(6) 盛土箇所は、洗掘に対して、捨石工、植生、または壁で保護しなければならない。

(7) 浮遊物、可燃物、毒物、爆発物又は、洪水時に人間、動植物に害を与える物の貯蔵、製造を許可する場合は、100年確率洪水位より2フィート以上高い、特別地域で行わなければならない

(8) 利用上の制限と、利用の時期

(9) 橋梁が含まれる場合は、洪水の流下を妨げないように建設されなければならない。

監督官が許可を発行した場合、発行日から30日間は効力が生じない。この期間中に、監督官は、この土地利用に関係するデータ、この申請を許可した理由、許可の条件を添えて、市議会に提出しなければならない。市議会は、この報告を受けた場合、市議会の前に、申請を審議会にかけるように指示することができる。許可は、そのあとで投票にかけられる。

この審議会には、申請者と監督官が出席しなければならない。市議会は、申請を、この節の基準と細目に従って審査しなければならない。この結果、許可の発行が決議されれば、申請に当って下記(e)に述べた条件が付けられる。

(d) 監督官が、許可を却下した場合、申請者は、却下の日から2カ月の間に市議会に対して反対申請を行うことができる。市議会は、審議会を開き(c)に決められたものと同じ指針に従って行動する。

(e) 最終的な許可が発行される前に、誓約書が求められる。申請者は、登録技術者によって作成された、予定の開発は承認された計画に従って完全に実行されるという証明書を提出しなければならない。公共機関の監督者は、

受理後10日以内にこれを照合し、最終許可を与えなければならない。

37-908条 洪水貯留区域で許可される土地利用——その基準と条件 (Permitted Uses—Flood Storage District—Standards and Conditions of Uses)

(a) 法に拘束されない土地利用は、37-905条の最初の部分に従い許可される。

(b) 37-906条で述べた開放的土地利用は許可される。

(c) 可動物の貯蔵は、耐水処置が必要である。しかし、オートモビルは耐水処置を施さずに駐車、設置ができる。

(d) 浮遊物、可燃物、毒物、爆発物又は、洪水時に人間、動植物に害を与える物の貯蔵と製造は、適当な耐水処置が施されない場合は、100年確率洪水位より2フィート高い標高の特別地域で行うこと。

(e) 洪水貯留区内でのすべての、その他の土地利用は、以下に述べる条件が満たされれば、許可される。構造物とその付属物、フェンス等に対する許可を発行する前に、ゾーニング係官 (Zoning Administrator) と公共機関の監督官は、申請された計画が、以下の条件を満たしているかを審査する必要がある。

(1) 基礎は、洪水に耐えるように設計されていること。

(2) すべての構造物の長軸は、可能な限り、流水の方向と平行かつ近接の構造物の長軸と一致させること。この規定の目的は、構造物の流水に対する抵抗をできるだけ小さくすることにある。

(3) 居住部分が、洪水防御高以下にある場合は、水が浸入する可能性のあるドア、窓等のあらゆる開口部を洪水防御高以上にするか、耐水処置を施す必要がある。暖炉、ヒューズボックスや、構造物に使用されている他の機械的、電気的設備は、耐水化するか、洪水防御高以上にする必要がある。

(4) 非居住部分の構造物は洪水時に流失しないよう耐水化すること。居住部分は、洪

水時に居住者を保護しかつ流失しないように耐水化すること。

(5) この土地利用と、これを実施するための工事が水路、支川、既設下水道システムに悪影響を与えないこと。以上の基準をすべて満たし、計画が他の法律にも合致していれば、建築許可は発行され、最終許可の計画に従って建設が行なわれる。公共機関の監督官が基準を満たしていないと判断すれば申請は却下される。

却下の日より2カ月以内に申請者は不服審査委員会 (Board of Appeals) に提訴する権利を持つ。(この委員会は、ボールダー市建築条例によって設立されているものである。) ここで、申請者は、基準を満たしているという明確な証拠を提出する義務を負う。申請者はいかなる場合でも37-907条で述べられた条項に基づいて許可を申請しているということを忘れてはならない。

37-909条 耐水処理 (洪水耐水化)

次に述べるものは、特別地域の洪水防御高、洪水流速、掃流力や、その他の関係する要素に合わせて設計すべき耐水処置の一覧である。しかし、耐水処置は必ずしもこれがすべてではない。

- (a) 浮き上がり、水平移動を防止する固定処置
- (b) 防水ドア、防水壁、防水シャッター等の施設
- (c) 水圧に耐えるための壁の補強
- (d) 壁からの漏水を防ぐための塗装、皮膜、防水モルタル
- (e) 浮き上がりを防止するための構造物の重量化
- (f) 構造物周辺の水位を下げるためのポンプ
- (g) 上水道、下水道を防水化すること
- (h) 建物の壁と基礎にかかる外圧を下げるための地下水排水用ポンプ
- (i) 水圧および浮遊物による破損を防ぐ施設
- (j) 下水道の遮断バルブ、すなわち洪水防御高以下の自由流下水管をカットする施設。
- (k) 電気器具、暖房器具、その他の器具は、

洪水防御高以上の特別地域に配置する必要がある。

その他の注意については、公共施設監督官が保管しているボールダー市排水マニュアル (the City of Boulder Drainage Manual) に従えよ。

37-910条 強制と罰則 (Enforcement and Penalties)

(a) この節の条項に違反したことが発見されたすべての個人及び法人は、300ドル以上の罰金、または90日以下の禁固または両方の罰を受ける。このような違反があった日時ごとに別々の罰が構成される。

(b) この節の条項に違反して、洪水氾濫規制地域に建設され維持されるすべての構造物、建築物、盛土、開発は市議会が、公共に対する罪悪と考えるものであり、このことが、ボールダー市や、ボールダー市民個人がボールダー地方裁判所への提訴、訴訟を行い減らされることを期待する。

37-911条 市の免責 (Non-Liability of City)

この項で述べられている洪水防御の規模は、数多くの関連事項を考慮した合理的なものである。これよりも規模の大きい洪水の起こる可能性があり、洪水水位は、自然作用、人工作用により、さらに高くなることもある。さらにこの節の条文は、洪水氾濫地域の内外で許可された土地利用が洪水及び洪水被害を免れていると言っているわけでもない。

法律による許可承認は、建築物とその敷地の有効性、安全性をボールダー市や、その職員、委員が保証したというわけではない。また、この土地利用や、その結果についての責任を、ボールダー市や、その職員、委員が負うものではない。

第2節 1956年のボールダー市の改訂規則及び条例で、これと矛盾しているすべての節及びその部分は、これらの廃止が以前に廃止されたものを復活させることになるもの以外すべて廃止される。

第3節 条例の一部の節が廃止されても、これは、条例の他の部分には影響を与えない。

第4節 市議会は以下のことを認識し決議す

る。

(a) 洪水は以下のような損失をもたらす

(1) 直接被害

(a) 人命の損傷

(b) 建築物とその施設、不動産への損害

(c) 街路、公共施設への被害と、この被害によって生じる損害

(2) 間接被害

(a) 人間の精神的苦痛

(b) 不便、エネルギーの浪費、被害の防止と救助に要する労力

(b) これらの直接間接被害は、洪水氾濫原を人間が利用し居住することによって生じる。

(c) さらに、洪水氾濫原、特に洪水流下区域への人間の進出は、洪水氾濫原を大きくし、洪水位を高くし、被害を拡大する。

(d) 洪水が起これば被害が、多くの個人や公共機関に生じ、かなりの金と労力が、病気の防止、清掃、復旧修理のために、ボールダー市を含む公共機関によって支出される。

以上のことを認識し、市議会は、この条項が、市民の健康、安全、福祉に必要なかつ有益であると判断した。このことの適用に当り、これをコロラド州ボールダー市議会議長の要請により公示するものである。

これを紹介し、閲覧し、出版を命じる。

1969年8月5日

R.W. Knecht

市長

保証：Stephen P. Dickson

財政記録局長兼市書記

ボールダーデイリーカメラ紙に掲載

1969年8月6日

(2) 条例 No 3927

この条例は、ボールダー市の雨水排除及び洪水制御施設に関するものであり、1965年のボールダー市の改訂規則の改正である。この改正は、これに、第8章「雨水排除及び洪水制御に関する法」を追加することによって行われる。その内容は、形式；目的；市議会による雨水排除基本計画の承認；雨水排除計画の提出；必要とされる部分の排水路の地役権の承認と所有地

内の雨水排除施設の建設に関する土地所有者の義務；雨水排除施設の設置；市の雨水排除施設及び洪水制御施設を使用しているすべての土地に対する雨水排除及び洪水制御料金（Storm Drainage and Flood Control Fee）の賦課；料金の計算方法；特定の土地に対する割増料金；決められた料金の請求、支払とその手続；雨水排除施設及び洪水制御施設の建設、改良、維持に使用するために個々に供託されるべき料金；供託された基金を保証する権威；料金を担保する所有地；これらに関する細則から成っている。

ボールダー市は、地理上洪水被害を受けやすいところに位置しており、市議会は市の既設の雨水排除及び洪水制御施設が2年確率以上の洪水を処理できないことを知り、市議会は、市民の健康、安全、福祉の向上をはかり市民の財産を守るために、新たな雨水排除施設の建設と既設の施設の改良が必要であるという意見に達し、市議会は、私有地からの流出は雨水排除施設に負担をかけているので、私有地とその所有者から料金を徴収し、施設の建設、改良、維持に必要な歳入を上げることは、正しく合理的であるとの結論に達し、市の他の予算から分離された、この料金により、2年確率以上の降雨を処理するための施設の建設と、既設の施設の操作と維持を行うことを決定した。

必要な収入が得られると同時に施設の建設と改良が着手され、近い将来機能を発揮するであろう。

このために、コロラド州ボールダーの市議会は、以下のように条例を定めたのである。

第1節 1965年のボールダー市の改正規則は、8章「雨水排除及び洪水防御に関する法」を追加し、改正される。その内容は次のとおり。

第8章 雨水排除及び洪水防御に関する法 (Storm Drainage and Flood Control Regulation)

第1節 序文 (Introduction Provisions)

8-101条 表題 (Title)

この条例は、ボールダー市、雨水排除及び洪水防衛に関する法と命名される。

8-102条 目的 (Purpose)

ボールダー市の市議会は、本市が地理的に特に洪水被害を受けやすいことを認識している。既設の雨水排除施設は、ある程度は洪水防衛に役立っているが、重要な洪水を処理するのには不適当なものである。市内において土地の開発が続いているので、雨水流出量が増加し、市の雨水排除施設が受け入れなければならない水量は、増加している。

ボールダー市の各土地所有者は、その土地が未開発状態である場合の雨水流出量以上に、雨水を流出させる場合は、市の雨水排除施設の使用度に応じて、使用料金の支払いと建設費の費用負担を行うべきである。

この一般的な目的に加え、ボールダー市の市議会は、条例に次のような目的を加える。

- (a) 洪水中に非常用車両のみの行動を許可することにより、市民の健康、安全、福祉の向上をはかり、市内の無秩序、無計画な雨水流出による被害と不便を小さくする。
- (b) 上流域における雨水の一時貯留計画を含む、雨水排除及び洪水制御の基本計画と実施計画を確立する。
- (c) 雨水排除及び洪水制御システムの整合、設計、建設、運用、操作、維持を行うために雨水排除及び洪水制御事業を設立する。
- (d) 雨水排除施設の使用度に基づいた合理的な雨水排除及び洪水制御料金を創設する。
- (e) 上流域での雨水貯留、雨水排除施設の必要性の最小化、汚濁の減少、環境の向上を含めた、都市での水資源開発技術を向上、発展させる。

8-103条 定義 (Definitions)

この章の目的のために、以下の語を次のように定義する。これらが、文中で明らかに別のものを指している場合以外は、この定義を用いる。

市 (City) : コロラド州ボールダー市

市の管理者 (City Manager) : ボールダー市の管理者又は、その正当な代理

市議会 (City Council) : ボールダー市の市議会

便宜 (Facilities) : これは、水路、水路橋、管路等の雨水処理、排除に必要な、施設の建設、使用に関連し、これに影響を与えるすべての土地利用を含む。

100年確率洪水氾濫原 (Historical 100 year flood plain) : 開発が行われない状態において、100年確率洪水によって浸水すると想定される水路に沿った地域。

第2節 雨水排除基本計画 (Master Drainage Plan)

8-201条 雨水排除基本計画の公式表示 (Formulation of Master Drainage Plan)

市の管理者は、ボールダー市の雨水排除基本計画と名付けられる計画を公表しなければならない。この雨水排除基本計画は、工学的調査に基づき、既設の施設、建設の必要のある施設、将来建設の予定の施設を含んだすべての雨水排除施設の位置を示さなければならない。基本計画に示される施設は、市内の雨水排除施設に関係するすべての主要な排水路、市内のすべての排水区、排水区内の地表水を集め、計画地点まで流下させるのに必要な暗渠、水路、自然の排水路、貯留池、地役権、カルバート、水路橋等の施設がすべて含まれる。これに加え、基本計画には、市の管理者が望ましいと判断した他のすべての情報や資料が示される。雨水排除及び洪水制御法の施行における他の部分と同様に、雨水排除基本計画の作成に当たっては、最大限の市民の参加が奨励される。

8-202条 施工調査 (Supplementary Studies)

施工調査は、市の管理者により、マスタープランに示された新設の雨水排除施設の建設費を見積るために行われる。この建設費の中には、用地取得費、施工調査費も含まなければならない。

8-203条 雨水排除基本計画の目的 (Purpose of Master Drainage Plan)

雨水排除基本計画の目的は、降雨と流出の関係を理解するための基本的資料と情報を統一的

に示し、市の現在及び将来の雨水排除及び洪水の問題を知り、それを軽減することにある。雨水排除基本計画は、それに示された雨水排除施設及び雨水管の公式的な設計に役立つものでなければならない。雨水排除基本計画は、その時々々の条件に合致させるために時に応じて変更される。

8-204 条 雨水排除基本計画の市議会による承認 (Approval of Master Drainage Plan by City Council)

雨水排除基本計画は、市議会が承認するまでは、公式雨水排除基本計画と考えてはならない。雨水排除基本計画の大きな変更にも、同様な市議会の承認が必要である。雨水排除基本計画が承認されると、その写しが、市の書記事務所に保管され、役所の執務時間中は、関心のある市民団体が閲覧することができる。

8-205 条 市の管理者の年度報告書 (Annual Report by City Manager)

市の予算年度のうちに、市の管理者は、次の年度の雨水排除施設の建設予算書を市議会に提出しなければならない。この予算書の中には、雨水排除及び洪水制御に必要な予算額、次年度の収入予定額と建設、改良を計画している施設のリストが必要である。

第3節 土地開発者の義務 (Duties of Land Developers)

8-301 条 総則 (General)

市議会は、市内の各開発者は、その土地に降った雨と他の土地からの流入水による流出水を適切に排除し、制御するために必要な合理的な雨水排除施設をその土地に建設する義務を持つことを認識しており、これを明言する。

8-302 条 雨水排除計画 (Storm Drainage Plan)

(a) 一戸建て住宅 (a single-family dwelling) 以外のすべての建築物の建築許可発行の前に土地所有者又は、建築許可申請者は、市に詳細な雨水排除計画を提出しなければならない。この雨水排除計画が、市の管理者によって承認されるまでは、建築許可は発行されない。この計画は、一般的な工学的

基準、後に述べる項で定められている雨水排除規程によって審査される。

(b) 雨水排除計画の中には、自然の排水路の経路と範囲、排水施設、その土地の小排水区の位置が示されていなければならない。また、この中には、他の土地から流れ込むものを含んだ雨水と洪水を適切に排除、制御するために必要な水路、暗渠、貯留池、水路橋、地役権やその他の排水施設の平面図、断面図、仕様書が必要である。また、計画に示された雨水排除施設の完成までの工程表を示す必要がある。計画が承認され、建築許可が発行されれば、申請者は、この工程表に従う義務を負う。

(c) 排水計画が、雨水排除基本計画と合致していない場合、特に、その土地が位置している排水区の雨水排除基本計画の部分と整合性がとれていない場合は、市の管理者は、この計画を承認しない。

(d) 市議会、市計画局、計画委員会の承認が必要な、すべての土地細分化計画 (subdivision)、PUD開発 (planned unit development)、特別審査土地利用 (special review use)、ハイトエクセプション利用 (height exception) の承認に当たっても、これらの承認条項が、この条件を付けていないにかかわらず、この8-302条に要求されている排水計画の承認とこの排水計画に従って開発を行うことが条件とされる。

(e) 大規模開発ではない一戸建て住宅以外のすべての開発には、雨水の現地貯留 (on-site detention storage) が要求される。すべての貯留計画は、都市の水文解析から求まる必要量基準と都市雨水排水基準 (Urban Storm Drainage Criteria Manual) を満たしていなければならない。

(f) 市の管理者は、地形的、地理的条件の特殊性に照らして、合理的理由があるときには、特殊な開発に対して、8-302条の要求を放棄する権限及び雨水排除及び洪水防衛法の8-102条の目的に合致した、より厳しい要求を行う権限を持つ。

8-303条 排水路の地役権 (Ease - ment of Drainage ways)

この章の目的を果すために、市は、雨水排除基本計画に示された市内の自然の排水路沿いの水路の建設と維持のために、その土地の地役権を得ることが必要となる。古い水路の改良によって、洪水氾濫原の幅を小さくすることができ、排水路沿いの土地の利用度が高まり、最終的に土地所有者の利益となる。従って、雨水排除計画に示された自然の排水路沿いの土地所有者が、その土地の開発のために建築許可を求める場合は、申請者は、市に無償でこの水路の建設、維持、改良のために必要な地役権を譲渡することが要求される。

8-304条 排水施設の建設 (Construc- tion of drainage facilities)

8-302条で要求される雨水排除計画に従った雨水排除施設の建設を保証するため、開発者は、建築許可の発行を受ける前に、司法事務所の書式に従ってこの施設の建設のための財務保証を市に提出しなければならない。

第4節 雨水排除及び洪水制御事業体 (Storm Drainage and Flood Control Utility)

8-401条 雨水排除及び洪水制御事業体の 設立 (Storm Drainage and Flood Control Utility established)

市の中に独立の部局として、雨水排除及び洪水制御事業体が設立される。この事業体の目的は、雨水排除及び洪水制御法の各条項を実行することにある。

8-402条 雨水排除及び洪水制御料金の 徴収とその目的 (Imposition and pur- pose of Storm Drainage and Floo- d Control Fee)

8-403条に述べる未開発地の所有者以外、市内の土地所有者はすべて、雨水排除及び洪水制御料金が課せられる。この料金は、既設の施設の維持、操作、改良のための費用と新しい雨水排除施設の建設のための基金に使用され、これらの施設は、料金を支払う人々の利益になっているので、この料金は合理的と認められる。

8-403条 料金計算の原則 (Compu- tation of fee in general)

賦課される料金の額の計算原則は、建設予定及び改良予定の雨水排除施設の使用度に応じて決められるべきである。逆に言えば、これらの施設の使用度は、各所有地がこれらの施設に流出させる雨水の量や、所有地の開発によって増加する雨水流出量によって測定される。この料金計算の原則に従うと未開発地の所有者や、自然状態の土地の所有者は、料金を賦課されない。

8-404条 一戸建住宅の敷地の料金計算 (Computation of fee for lots only with single-family dwell- ings)

水文学的調査によると、市内の車庫や舗道のような付属物をもつ一般的な一戸建住宅の敷地は、平均して7,000平方フィート当り、2年確率降雨による雨や家庭排水による水量100ガロンのうち、43ガロンを市の雨水排除施設に排水することがわかっている。それゆえ、200エーカー未満の土地の料金を計算する場合には流出係数を0.43として行う。200エーカー以上の土地については、都市流出計算法(1969年に市議会によって採択された都市雨水排水基準によって定義されている)によって料金が計算される。敷地面積15,000平方フィート以下の敷地を持つ、一般的な一戸建住宅の所有者に対して1ドルの基本料金が課せられる。次の表が一般的な一戸建住宅地に対して課せられる料金である。

土地の大きさ	料 金
15,000平方フィート以下	月1ドル
15,001以上30,000	

平方フィート以下	月1.25ドル
30,001平方フィート以上	月1.50ドル

8-405条 他の土地利用に対する料金の 計算 (Computation of fee for oth- er pactels)

(a) 一戸建住宅以外の土地利用に対する料金は、その土地からの2年確率降雨による流出量を、標準土地利用からの流出量と比較して決められる。標準土地利用とは(1)2年確率降雨による流出率0.43、(2)面積7,000平方

フィートのものである。例えば、流出率0.86の7,000平方フィートの土地には、1ドルの2倍すなわち月2ドル、流出率0.43の21,000平方フィートの土地には1ドルの3倍すなわち月3ドル、流出率0.86の35,000平方フィートの土地には1ドルの基本料金の10倍すなわち月10ドルが課せられる。

(b) 雨水の現地貯留施設や他の方法で、その土地からの流出量を減少させた土地所有者には、それに応じて料金が減額される。

8-406条 特殊な場合の割増料金(Additional Charge for certain parcels)

1971年4月6日に市議会により制定された市の公式洪水氾濫地図に示された100年確率洪水氾濫原にある土地は、そこに普通の雨水排除施設が建設された場合でも100年確率で洪水を受ける。それゆえ、このような土地を洪水から守るためには、そこに市内の他の土地を守るため以上の雨水排除施設の建設が市に必要なとなる。

工学的調査によると100年確率洪水位を、洪水氾濫地域の建築物を被害から守るために、それが昔から氾濫していた水位以下に下げするためには、単に昔から氾濫していた水位に抑える場合よりも40%の費用増が生じることがわかった。この費用増をまかなうために、100年確率洪水氾濫原にある土地は、通常の雨水排除及び洪水防御料金の他に40%の割増金が課せられる。

8-407条 料金に対する不服審査(Appeal for fees)

所有地に課せられた雨水排除及び洪水制御料金の額に不服のある者や、その所有地に関する、この章に基づいた決定に不服のある者はだれでも、市の管理者が、このことを文書で要求する前に、行政審査会を要求することができる。市の管理者は、審査会の時間と場所を少なくとも7日前に、審査要求者に通知しなければならない。審査会は、当然、司法上のものではなく、行政上のものであるが、審査会で使用される手続きは、司法上のものと同じものが適用される。審査会においては、料金の額が誤りであり、また、

この章の基準に合っていないということの立証義務や、市の管理者の決定が誤りであることの立証義務が、要求者に生じる。文書による市の管理者の決定は、これらの手続きが終了の適切な期間内に行なわれる。

8-408条 料金の請求及び支払い(Billing and Payment of fees)

(a) 市は、雨水排除及び洪水制御料金の請求を最大毎月最小3ヵ月おきに行わなければならない。この料金の請求は、35章「上下水道」に決められた、上水道料金または下水道料金と合併してもよい。

(b) 請求期間ごとに行なわれる料金の請求や、その他の雨水排除及び洪水制御事業に関する通知は、事業体の名簿にある関係者の最新の住所への送付によって効力を発する。

(c) この章で述べたすべての料金は、請求書の送付後30日以内に財政記録局長である市の書記の事務所へ納入する義務がある。

(d) 雨水排除及び洪水制御料金の請求は、早くとも1974年1月1日、遅くとも1974年6月1日に始まる。

8-409条 料金の使用(Use of fees)

(a) 雨水排除及び洪水制御法によって集められた料金は別会計として、分離され、帳簿に記入され、保管されなければならない。また、これを市の他の会計に流用してはならない。

(b) この料金は、市の一般財政に用いてはならない。これは、(1) 建設予定の雨水排除及び洪水制御施設や、雨水や洪水を処理するためのその他の施設の建設、修理、維持、改良、再建設、(2) 既設の雨水排除及び洪水制御施設の修理、維持、改良、再建設、(3) 雨水排除及び洪水制御法の目的を実施するために必要な、雨水排除及び洪水制御施設や、雨水貯留池等を建設するための用地の取得に用いられるべきものである。

(c) 市は、集められた雨水排除及び洪水制御料金を保管する権限と、8-409条b)に決められた行為を行うための収入の積立てを行う権限を持つ。

8-410条 土地に対する抵当権(Lien on property)

市の雨水排除及び洪水制御システムを使用する市内のすべての土地所有者は、雨水排除及び洪水制御料金を支払う義務を負う。この料金と利息及び徴収費用は、その設定時期によらず、他のすべての抵当権、請求権、所有権等に優先する抵当権をもつ。この抵当権は、料金の支払いが請求された日から、料金、利息、徴収費用が支払われるまで生じる。所有者の義務の履行の強制は市による、この抵当権の行使その他の法的措置によって行なわれる。

第2節 1965年のボールダー市の改訂規則及び条例で、これと矛盾するすべての節及びその一部は、これらの廃止が以前に廃止されたものを復活させることになるもの以外すべて廃止される。

第3節 先の条例の一部が無効になっても、条例の残りの部分には影響を与えない。

第4節 市議会は、この表題だけを公示することを適当と考え、全文は、市民の要求により条項の写しを利用できるように保管することを市の書記に命じる。

これを紹介し、閲覧し、表題だけを公示することを命ずる。

1973年7月17日

市長

訂正し、表題だけを公示することを命ずる。

1973年8月7日

市長

再び閲覧し、承認し、表題だけを公示することを命ずる。

1973年8月21日

市長

(3) 条例 № 4056*

これは、1965年のボールダー市の改訂規則の改正条例の37章12節「洪水氾濫原条例」に関係するものである。改正の内容は、37-1203条「洪水氾濫規制地域」の洪水氾濫地図制定時の手続の改正；37-1205条の廃止と37-1205条「既存の構造物及び土地利用」の再制

定；37-1206条「洪水流下区域において許可される土地利用—その基準と条件」、37-1207条「その他の土地利用の許可—洪水流下区域」の改正；これらに關した細則の制定である。

市議会は、1965年のボールダー市の改訂規則を改正した第37章第7節のボールダー市洪水氾濫原規制法は、市民の利益のために、より厳しく実施すべきであるという結論に達した。

よって、ここにコロラド州ボールダー市の市議会は以下のように条例を制定する。

第1節 1965年のボールダー市の改訂規則を改正した条例の37-1203条「洪水氾濫規制地域」を次のように改正する。

(d) 項を(f) 項と名づけ直す。(c) 項を改正する。(d) 項、(e) 項を追加する。

(c) 公式洪水氾濫地図の変更

この条の(d)、(e) 項に述べた土地所有からの変更要求以外の公式洪水氾濫地図の変更、改正を行う場合は、公共施設の監督官は、計画委員会にこのことを通知しなければならない。計画委員会は、37-1203条(b) で規定された審査会を開いた後に、市議会に提出しなければならない。市議会は、37-1203条(a)、(b) に従い手続を行わなければならない。

(d) 水路の改修による変更

土地所有者から37-1207条に決められている水路の改修を理由とした変更及び改正が要求されたならば、それが洪水氾濫地図作成基準の変更を含んでいなければ、公共施設の監督官は、この要求を審査し、市議会に報告しなければならない。市議会は、この要求に対する審査会を開かなければならない。審査会の公示は、少なくとも審査会の10日前に広く購読されている新聞紙上で行わなければならない。この結果、水路の改修により洪水氾濫地図に示された洪水流下区域または洪水貯留区域が、もはや洪水氾濫地図作成基準に合っていないことがわかれ、市議会は、公式洪水氾濫地図を水路改修を反映して改正しなければならない。市が施工した水路橋や水路の完成後も公共施設の監督官によって、同様な改正が行なわなければならない。予定される改正は、水路の改修によって影響を受

* 訳者注：＝ 部分は削除部分、— 部分は追加部分

けるすべての土地を網羅しているものでなければならない。

(e) 洪水氾濫地図作成に対する不服の処理

公式洪水氾濫地図に示された洪水流下区域及び洪水貯留区域の境界線について、土地所有者に不服がある場合はいつでも、市議会の審議の前に、これに関する審査会を要求する文書を監督官に提出することができる。この審査会は、(d)で述べたものと同じ手続の公告を行い、書面の受理から30日以内に開かれる必要がある。この審査会において、市議会が洪水氾濫地図作成基準に照らして、境界線の設定が誤っていると判断すれば、地図に示された境界線を変更改正することができる。

第2節 1965年のボールドー市の改訂法典の改正条例の37-1205条「法に拘束されない土地利用—その基準と条件」は廃止され次のように再制定される。

37-1205条 既成の構造物及び土地利用 (Existing structures and uses)

この条例の制定、改正以前に合法的であり、この条例の拘束を受けないすべての構造物及び土地の使用は、次の条件で使用を続けることができる。

(a) すべての構造物と土地利用は、その新設部分が、この条例の条項に合ったものでなければ、それを拡大することはできない。構造物が、被害前の評価額の80%以下の被害を受けた場合は、被害前と同じ規模の建て直しは、37-1207条に述べる耐水処置だけが要求される。これ以外の建て直しは、構造物の拡大と見做される。構造物の被害前の評価額の80%を超える被害の修理は、構造物の拡大とみなされる。この場合、被害を受けた構造物が洪水流下区域内の住宅であるときは、この条例により建て直しができないので、市は被害後90日以内に行われる所有者からの書面による要求により、住宅とその敷地を被害前の評価額で買収しなければならない。

(b) ここで定義する構造物及び土地利用の「重要な変更」は、この条例の規制対象になる構造物及び土地利用の永久的変更とみなされる。この章の目的に従って「重要な変更」

とは、その費用が(a)修理を始める前の、(b)被害を受けた場合は、被害前の評価額の50%以上のすべての修理、建て直し、改造をいう。建築物の一部の改造が始まった時点をもって、この重要な変更の始まりとするのであって、改造等の費用が評価額の50%を越した時点をもって始まりとするのではない。ここで言う「重要な変更」には、国の文化財に指定された構造物の改造、修理、建て直しは含まない。

(c) このような土地利用が、12ヶ月連続して使用されなかった場合は、それ以降の使用は、この条例に適合したものでなければならない。この場合、既存の構造物の使用が、この条例に適合していない場合でも、構造物に37-1207条に従った耐水処置が行われれば、それ以前と同様の使用を続けることができる。

(d) 浮遊物質、可燃物、毒物、爆発物や洪水時に人間や動植物に害を与える物の製造と貯蔵は、洪水防御高以上の特別地域で行うか、耐水処置を施さなければならない。

(e) 市民に害を及ぼす土地利用やその付属物は、使用を続けることができない。

構造物や土地利用の拡大は、それが許可基準に合っているものであっても、37-1207条と37-1208条の規定による許可が必要である。この条に示した法に拘束されない土地利用及び構造物に関するこの条の規定と一般的条項が矛盾する場合は、この条の規定が優先する。この条の規定により、構造物及び予定の改造の評価額が必要となった場合で、公共施設の監督官が申請者の提出した評価額を承認しない時は、次のように行う。すなわち、評価額は、申請者と公共施設の監督官が承認した鑑定人によって決められる。両者が鑑定人の選定について同意しない場合は、両者が別々に鑑定人を選定し、この両鑑定人が第三の鑑定人を選定し、評価額は、この3つの評価額を平均して決定する。

第3節 1965年のボールドー市の改訂規則の改正条例の37-1206条「洪水流下区域で許可される土地利用—その基準と条件」37

ー1207条「他の土地利用に対する許可ー洪水
流下区域」は次のように改正される。

37-1206条 洪水流下区域で許可される
土地利用ーその基準と条件

次に示す開放的土地利用は、それが他のゾー
ニング条例で禁止されている、また構造物、盛
土、材料や器具の設置や水路の変更が行われな
い場合には、洪水流下区域内で許可される。

(a) 一般的農業、馬や他の家畜の放牧、青果
栽培、林業、芝の栽培、野生の穀物の採取、
野菜や花の栽培、苗床のような農業利用。

(b) 芝生地、庭、舗道、遊び場のような住宅
の付属施設

(c) 荷積み場所のような商工業用地、操車場
及び倉庫、工場への引込み線を含まない鉄道
用地、飛行場の滑走路、容易に移動できるか
又は、洪水に流されない材料や機械の野積み
場（はしけだまりは除く）。

(d) プール、ゴルフコース、ゴルフ練習場、
野外劇場、公園、ピクニック場、乗馬場、ハ
イキング場のようなレクリエーション用地。

(e) 野性動物及び自然保護地、狩猟動物及び
魚の孵化地。

(f) 表土、砂、砂利等を採取する露天掘り地。

(g) エネルギー供給線、パイプライン、水位
観測施設と道路（橋梁は除く）。

しかし、これらは、以下の条件が満たされ
なければ、37-907条の最初に述べる許可
手続が必要である。

(1) 永久、仮設を問わず構造物を建設しな
いこと。

(2) 軽微でない盛土を行わないこと。

(3) 水の流下経路に変更を加えないこと。

(4) 浮遊物、可燃物、毒物、爆発物、また
は洪水時に人間、動植物に害を与える物の
貯蔵、製造を行わないこと。

(5) 可動物の設置、貯蔵を行わないこと。

(6) その他の付属的土地利用がないこと。

37-1207条 その他の土地利用の許可ー
洪水流下区域 (Permit for Other Uses
ー Floodway District)

(a) (改正部分なし、省略)

(b) (改正部分なし、省略)

(c) 公共施設の監督官は、申請書が提出され
たならば、以下の例に従い（必ずしも以下
の例に限らない）、37-1201条に明記さ
れた、この節の目的に合致するかどうかを判
断する。

(1) 洪水流下区域の容量に対する影響

(2) 上流、下流及び近隣の土地に対する影
響

(3) 洪水位に対する影響

(4) 洪水貯留区域とその背後の土地に対す
る影響

(5) 主排水施設の支川、排水溝、下水道シ
ステムに対する影響

(6) 公共の洪水防御費用が、この行為によ
り必要となるかどうか

(7) この申請者が、その後の申請者に比べ
て不当な利益を得るかどうか

(8) 開発の目的が住宅地開発のものである
かどうかが居住を目的としたものであるか
どうか

(9) 上流、下流及び近隣の住民に対する危
険性の増大

(10) 水路改良が水路や堤防や、その周辺の
植生に良い影響を与えるかどうか

監督官が、申請された土地利用がこの目的
を満たしていると判断すれば、この節の目的
を達成するのに必要な条件を付けて許可が発
行される。しかし、住宅地の開発は、許可さ
れない。また、100年確率洪水の流量で洪
水の再現計算を行った場合に、居住地域の洪
水位を上げるような盛土、開発、建築は許可
されない。さらに、水路の変更が伴う開発は、
公共施設の監督官は、審査を行う前に、計画
委員会の意見を求めなければならない。

(d) 例えば、条例で定められた条件には、以
下のようなものがある。しかし、これに限ら
ず、又、これらが組み合わせて付けられるこ
ともある。

(1) 汚水処理施設及び廃棄物処理施設の変
更

(2) 上水道施設の変更

(3) 以下のような流水に対する障害を最小
限にするための条件を満たすための構造物

の位置の変更

a. 構造物の長軸は、洪水の流下方向と平行にすること

b. 構造物の長軸は、近接の構造物の長軸と一致させること

(4) 耐水処理

(5) 構造物が、住宅地の開発である場合、居住目的である場合は、ケーソン基礎、ピロティ、盛土の上に造られなければならない。

(6) 盛土箇所は、洗掘に対して、捨石工、植生、または壁で保護しなければならない。

(7) 浮遊物、可燃物、毒物、爆発物又は、洪水時に、人間、動植物に害を与える物の貯留、製造を許可する場合は、100年確率洪水位より2フィート以上高い、特別地域で行わなければならない。

(8) 利用上の制限と利用の時期

(9) 橋梁が含まれる場合は、洪水の流下を妨げないように建設されなければならない。

(10) 水路の改良は、水路とその周辺の自然景観をできるだけ保存するように設計されること。

監督官が許可を発行した場合、発行から30日間は、効力が生じない。この期間中にできるだけすみやかに、監督官は、この土地利用に関係するデータ、この申請を許可した理由、許可の条件を添えて、市議会に提出しなければならない。また、水路の変更が含まれている場合には、計画委員会にも提出しなければならない。さらに、土地利用の申請とその許可の発行の公示を発行後10日以内にボールダー市で広く購読されている1紙の新聞紙上で行わなければならない。市議会は、この報告を受けとった場合、市議会の前に申請を審査会にかけるように指示することができる。許可は、そのあとで、投票にかけられる。

この審査会には、申請者と監督官が出席しなければならない。市議会は、申請をこの節の基準と細目に従って審査しなければならない。この結果、許可の発行が決議されれば、許可に当たって(d)に述べる条件が付けられる。

(e) 監督官が、申請を却下した場合、申請者

は却下の日から2ヶ月の間に市議会に対して反対申請を行うことができる。市議会は、審査会を開き、(c)に決められたものと同じ指針に従って行動する。

(f) 最終的な許可が発行される前に、誓約書が求められる。申請者は、登録技術者によって作成された予定の開発は、承認された計画に従って完全に実行されるという証明書を提出しなければならない。

第4節 1965年のボールダー市の改訂法典及び条例で、これと矛盾しているすべての節やその一部は、これらの廃止が、以前に廃止されたものを復活させることになるものの以外すべて廃止される。

第5節 条例の一部の節が廃止されても、これは、条例の他の部分には、影響を与えない。

第6節 市議会は、この条例が、公共の福祉のために必要であるとの結論に達した。また、市議会は、この条例の表題だけを公示し、市の書記に書記局に全文を保管し、市民の閲覧に供することを命ずる。

紹介し、閲覧し、表題だけを公示することを命ずる。

1975年9月2日

市議会の承認

1975年12月4日

雨水貯留に関する調査 第3報

正誤表

誤

正

5頁 (26行目)
7 (前段4行目)
25 (後段10行目)
(前段22行目)
28 (後段43行目)
30 (図-6上図)

(図-6下図)

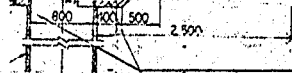
33頁
38 (図-11上図)
45 (図-1右図)
50 (後段9行目)
55 (表-1)

57 (表-2)

断続時間
おさえる
地域振興備公団
防災調整地
999,0000 m³
Q = 608 m³/s
Q = 342 m³/s
Q = 250 m³/s
Q = 39 m³/s
Q = 906 m³/s
Q = 526 m³/s
Q = 347 m³/s
Q = 37 m³/s

—— 東北縦貫自動車道

Q_P = 1849 m³/s
Q_P = 1075 m³/s



配水面積

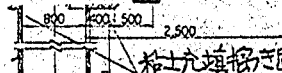
	地下鉄千日前線
B/L+	線路部ミールドで上 起し出来る
	既設涵流渠との連絡
A/L+	送勾配のため新設の 渠があり

	用途
猪飼野	その4ミールド列

継続時間
おさえる
地域振興整備公団
防災調整地
999,0000 m³
Q = 60.8 m³/s
Q = 34.2 m³/s
Q = 25.0 m³/s
Q = 3.9 m³/s
Q = 90.6 m³/s
Q = 52.6 m³/s
Q = 34.7 m³/s
Q = 3.7 m³/s

—— 東北縦貫自動車道

Q_P = 184.9 m³/s
Q_P = 107.5 m³/s



配水面積

	地下鉄千日前線
B/L+	線路部ミールドで上 越し出来る
	既設涵流渠との連絡
A/L+	送勾配のため新設の 渠があり

	用途
猪飼野	その4ミールド列

70 " (前段 28 行目)

73 " (後段 9 行目)
(表-1)

77 " (後段 2 行目)

83 " (2 行目)

(前段 36 行目)

(後段 3 行目)

85 " (後段 14 行目)

93 " (図-3)

99 " (後段 2 行目)

101 " (前段 23 行目)

102 " (図-9)

107 " (図-13)

107 " (前段 7 行目)

114 " (前段 35 行目)

(後段 21 行目)

123 " (図-14)

131 " (4 行目)

141 " (15 行目)

144 " (後段 39 行目)

145 " (前段 27 行目)

- (後段 30 行目)

145 " (後段 28 行目)

149 " (前段 20 行目)

27 " (表-2)

92 " (前段 かいの中)

110 " (前段 下から 3 行目)

106 " (前段 24 行目)

(前段 14~15 行目)

理論的には

土地利の

Modify the Damage

Flood

総合治水マニュアル

パーセントの増加,

のために, 洪水問題

個々の貯留効果

図-3

under ground

65 呎(20m), 20 呎(6m)

植物の側面図

管内貯留へ

regulations

細分割規制

土の分類

法:

巾 1.5 倍である

アーバー市 63 号土壌浸食

Public

Moveable

Di-rector

stand

37-909 条

商業, 医療地区

(6~77" の厚さ)

トマス・メイナ

roof top ponding

Coun-try

理論的には

土地利用

Modify the Damage

Flood

総合治水対策マニュアル

パーセントの増加)

のために, 洪水問題

個々の貯留効果

図-4

underground

65 呎(20m) x 20 呎(6m)

構造物の側面図

管内貯留

regulations

細分化規制

土地の分類

(土)

巾 1.5 倍である

アーバー市 63 号土壌浸食

Public

Moveable

Di-rector

Stand

37-909 条

(Flood Proofing)

商業, 医療地区

(6~77" の厚さ)

トマス・メイナ

roof top ponding

Coun-try