共同研究報告書

整理番号第 307 号

長江洪水セミナー　報告書

－1954 年と 1998 年に発生した大洪水の特性比較－

平成 16 年 8 月

独立行政法人土木研究所
独立行政法人科学技術振興機構

Copyright © (2004) by P.W.R.I.
All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

長江洪水セミナー報告書　正誤表

1.6 写真集(iv ページ)で、写真の配置に誤りがありました。正しくは下記の配置となります。



向立雲　氏



王翔　氏

共同研究報告書

第307号 2004年8月

長江洪水セミナー　報告書

－1954年と1998年に発生した大洪水の特性比較－

ユネスコセンター設立推進本部　上席研究員　吉谷純一
研究員　栗林大輔

独立行政法人科学技術振興機構　CREST研究員　大西健夫

要旨

本報告書は、土木研究所・科学技術振興機構の共同研究「人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ」の一環として、中国水利部国家防洪本部、長江水利委員会、中国水利水電科学研究院から４名の専門家を招聘し開催した「長江洪水セミナー」の報告書である。本セミナーでは、1954年と1998年の大洪水の比較において、降雨・流出・氾濫特性、土地利用、遊水地、被害状況、流域、河道整備、ダム、水防体制とともに、1998年洪水時に遊水地が十分に利用できなかったことを教訓として開始された、水害補償制度についての報告がなされた。

キーワード：長江、洪水被害、分流地区、遊水地、洞庭湖、鄱陽湖、水害補償、
中国水利部国家防洪本部、長江水利委員会、中国水利水電科学研究院

はじめに

本セミナーは、平成15年度に戦略的創造研究推進事業（(独）科学技術振興機構）として平成15年度より開始された、『人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオ』の調査研究の一環として開催されたものである。本セミナーの主題は、20世紀になって2度の大きな洪水（1954年および1998年）を経験した長江における、洪水の水文学的特性、被害状況、土木的対応、社会的対応である。これらの内容に関して、中国から招聘した4名の研究者より講演を頂いた。4名は長江における流域的な洪水管理に対して、研究または行政という側面から直接に関わられている方々であり、日本の水政策に有益な報告がなされた。以下に、各講演者の発表内容を簡潔に紹介し、日本の洪水管理上も参考になると思われる点を記す。

王義成氏（中国水利水電科学研究院防洪減災研究所）からは、流域の水文学的特性、現在の洪水管理体制、洪水管理体制の課題という3点をそれぞれ簡明に要約した講演を頂いた。特に1980年代以降に、国の政策としても、土木的対応だけではなく社会的対応も必要であるとの考え方に変化してきており、洪水保険制度の導入も検討されている。

王俊氏（長江水利委員会水文局）からは、1954年と1998年における洪水時の気象水文条件、ピーク流量およびピーク流出水量、水位、土砂堆積についての詳細な報告を頂いた。1954年と1998年の洪水における最大の相違は、洪水時降雨の規模は同程度であったのにも関わらず、中下流域において1998年洪水時の方が水位が高かったという点である。この要因は主として堤防の決壊カ所が少なかったこと、洞庭湖などの湖が干拓の進展によって遊水地としての機能を充分には果たさなかったという点にある。

向立雲氏（中国水利水電科学研究院防洪減災研究所）からは、1954年と1998年の洪水時における被害状況の比較検討内容を発表頂いた。1954年洪水時と比較して1998年洪水時には、被災者は増加したが死亡者は大幅に減少している。また外水被害が減少し内水被害が増加する、という質的な変化が生じている。これは、堤防の決壊による被害が大幅に減少したのに対し、干拓による遊水地周辺への農地拡大が原因である。さらに上流部における鉄砲水による被害が増加しており、こちらは森林の減少が原因であるとのことである。

王翔氏（中国水利部国家防洪本部）からは、現在の洪水防止体制と今後の課題について発表頂いた。洪水防止体制は、堤防の強化、遊水地の使用、河道整備からなり、遊水地を併用することによってより大きな洪水に対応できるが、遊水地内の居住者増のため近年遊水地としての運用が難しくなりつつある。1998年洪水時には荊江分流地区への洪水の分流に関して議論となったが、堤防の余裕高が充分にあったために分流させるには至らなかった。中国では築堤工事は長い年月をかけて行われてきた事業であり、水防団による堤防点検などの住民組織も充実している。しかし同時に、遊水地も有効に利用する必要があり、遊水地周辺の農地に対しては水害時の金銭的補償制度が整いつつあるとのことである。

以上4名の講演者による講演内容からは、干拓による農地の拡大によって洞庭湖などの湖や遊水地の貯留機能が低下しつつあることがわかる。また、それに伴い内水被害が増加している。一方で国および省による金銭的補償といった社会保障制度によって、被害時の損失を補償する体制を整えつつあるものと思われる。自然の湖や遊水地の利用とあわせた洪水防止体制を社会経済的に支援していこうとする体制は、日本における洪水管理の上でも、大いに参考になるものと思われる。

目次

1.概要
1.1 開催趣旨 i
1.2 開催日時及び場所 i
1.3 プログラム i
1.4 講演者 ii
1.5 講演および質疑応答の概要 ii
1.6 写真集 iv

2.講演内容

王義成氏講演 1

王俊氏講演 12

向立雲氏講演 36

王翔氏講演 45

3.質疑応答 56

1.概要

1.概要

1.1 開催趣旨

世界各地において1988年頃を境として洪水被害が急増しています。その最大の要因は、主として発展途上国における人口の急増に伴い、洪水の危険地域に居住する人口も増加していることである、と考えられています。急速な経済発展を遂げている中国においても、長江で1954年および1998年に大規模な洪水が発生しました。しかし、両年の洪水の水文学的規模は同程度であったにも関わらず、1954年の洪水時における死者3万人に対して、1998年はわずかであったと聞きます。両年で被害に大きな相違が生じたことの要因に関しては、未だ不明な点が多いように思います。そこで、本セミナーは、両年の洪水時の比較を通してその要因を探っていくことを目的として開催されました。また、2005年秋に設立を目指すユネスコセンターで行う活動のひとつとして、過去の洪水時における実際に行われた水管理に関する情報の蓄積とネットワーク化が挙げられますが、それに資することも目的としています。

1.2 開催日時及び開催場所

開催日時　平成16年3月5日（金）午前10:00－午後5:00
開催場所　東京都千代田区　食糧会館2C会議室

1.3 プログラム

10:00 開会
10:00－10:30　開会者挨拶・趣旨説明
10:30－11:30　『長江流域概要、流域の基本状況（地形、地質、土壌植生、気象水文条件、土砂問題、自然資源）、長江流域の水系及び主要水系の特徴』（王義成）
11:30－12:30　『1954年洪水と1998年洪水の比較（気象水文条件、ピーク流量と流出ボリューム、水位、土砂等）、1998年洪水の原因分析』（王俊）

12:30－14:00　昼休み

14:00－15:00　『1998年洪水の被害状況（水没区域、破堤地点、死傷者数、影響された人数、経済損失、主要洪水による被害との比較）』（向立雲）
15:00－16:00　『長江の防洪体制（洪水管理、洪水予報・警報、長江と洞庭湖、鄱陽湖、遊水地等との関係、1998年洪水管理、危機管理上の問題点、1998年洪水による中国洪水管理政策への影響）』（王翔）

16:00－16:50　質疑応答
16:50－17:00　閉会挨拶

1.4 講演者

王義成：中国水利水電科学研究院防洪減災研究所　教授、副総工程師
王俊：長江水利委員会水文局　副局長
向立雲：中国水利水電科学研究院防洪減災研究所　教授
王翔：中国水利部国家防洪本部　課長

1.5 講演及び質疑応答の概要

1.5.1『長江流域概要、流域の基本状況（地形、地質、土壌植生、気象水文条件、土砂問題自然資源）、長江流域の水系及び主要水系の特徴』（王義成）

王義成氏の講演内容の構成は以下の通りである。

(1)長江流域の概要
(2)長江の水管理概要
(3)長江の洪水管理上の問題点

[講演要旨]

流域の水文学的特性、現在の洪水管理体制、洪水管理体制の課題という3点をそれぞれ簡明に要約した講演を頂き、全体像の把握をすることができた。特に 1980 年代以降に、国の政策としても、土木的対応だけではなく社会的対応も必要であるとの考え方に変化してきており、洪水保険制度の導入も検討されている。

1.5.2『1954 年洪水と 1998 年洪水の比較（気象水文条件、ピーク流量と流出ボリューム、水位、土砂等）、1998 年洪水の原因分析』（王俊）

王俊氏の講演内容の構成は以下の通りである。

(1)概要
(2)大気大循環の特性
(3)降雨の特性
(4)洪水の特性
(5)1998 年洪水の要因
(6)螺山観測点における洪水の要因
(7)結論

[講演要旨]

1954年と1998年における洪水時の気象水文条件、ピーク流量およびピーク流出水量、水位、土砂堆積についての詳細な報告を頂いた。1954 年と 1998 年の洪水における最大の相違は、洪水時降雨の規模は同程度であったのにも関わらず、中下流域において1998年洪水時の方が水位が高かったという点である。この要因は主として堤防の決壊カ所が少なかったこと、洞庭湖などの湖が遊水地としての機能を充分には果たさなかったという点にある。

1.5.3『1998年洪水の被害状況（水没区域、破堤地点、死傷者数、影響された人数、経済損失、主要洪水による被害との比較）』（向立雲）

向立雲氏の講演内容の構成は以下の通りである。

(1)氾濫リスクの分類
(2)水害被災状況
(3)水害の特徴

[講演要旨]

1954年と1998年の洪水時における被害状況の比較検討内容を発表頂いた。1954年洪水時と比較して1998年洪水時には、被災者は増加したが死亡者は大幅に減少している。また外水被害が減少し内水被害が増加する、という質的な変化が生じている。これは、堤防の決壊による被害が大幅に減少したのに対して、干拓による遊水地周辺への農地拡大が原因である。さらに上流部における鉄砲水による被害が増加しており、これは森林の減少が原因である。

1.5.4『長江の防洪体制（洪水管理、洪水予報・警報、長江と洞庭湖、鄱陽湖、遊水地等との関係、1998年洪水管理、危機管理上の問題点、1998年洪水による中国洪水管理政策への影響）』（王翔）

王翔氏の講演内容の構成は以下の通りである。

(1)現在の洪水防御体制
(2)洪水防御体制の問題点
(3)今後の課題

[講演要旨]

現在の洪水防止体制と今後の課題について発表頂いた。洪水防止体制は、堤防の強化、遊水地の使用、河道整備からなり、遊水地を併用することによってより大きな洪水に対応できるが、近年遊水地としての運用が難しくなりつつある。1998年洪水時には荊江分流地区を遊水地として用いるかが議論となったが、堤防の余裕高が充分にあったために用いなかった。中国では築堤工事は長い年月をかけて行われてきた事業であり、水防団による堤防点検などの住民組織も充実している。しかし同時に、遊水地も有効に利用する必要があり、遊水地周辺の農地に対しては水害時の金銭的補償制度が整いつつある。

1.6 写真集



開会の挨拶



質疑応答



王義成　氏



王俊　氏



向立雲　氏



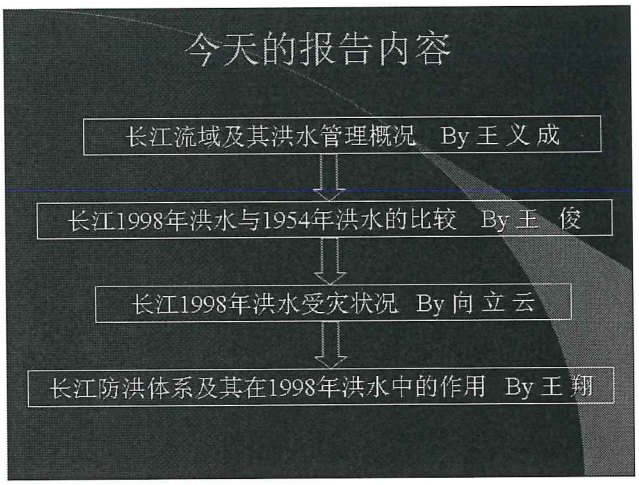
王翔　氏



会場の様子

2.講演内容

2.1『長江流域概要、流域の基本状況（地形、地質、土壌植生、気象水文条件、土砂問題自然資源）、長江流域の水系及び主要水系の特徴』（王義成）



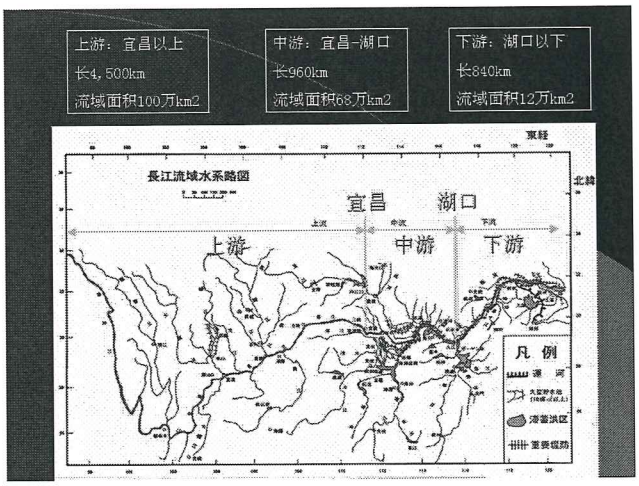
[全体の構成]

私から長江流域および洪水管理の概況を説明します。次に、水利委員会水文局の王俊先生から 1998 年の洪水と 1954 年の洪水の比較を行っていただきます。続きまして、水利水電科学研究院の向立雲先生から、1998 年の洪水の被災状況についての報告をしていただきます。最後に、中国水利部の王翔先生から、長江における洪水防止の体系および 1998 年の洪水において果たした役割を説明していただきます。



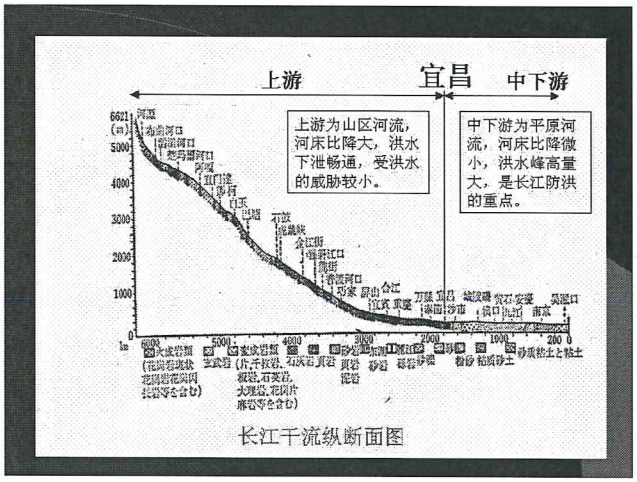
[長江流域の概要]

長江の流域面積は、180 万 km^2 で中国の国土面積のおよそ 1/5 を占めています。また、総延長は 6,300m であり世界で三番目に長い河川であります。長江は便宜的に上流域、中流域、下流域に 3 区分されます。



[流域区分]

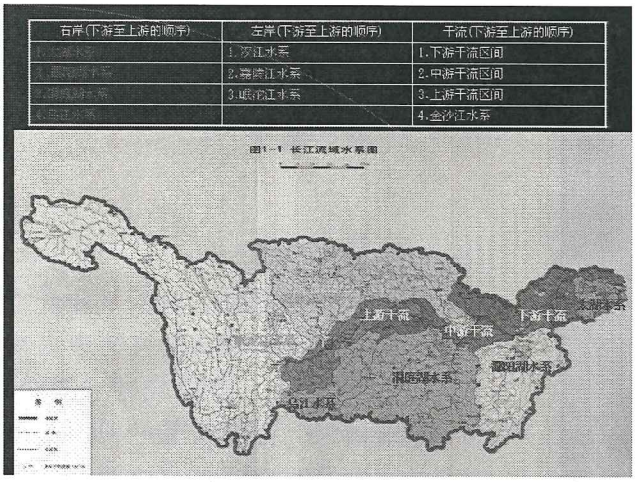
源流から宜昌を上流と区分し、河川延長 4,500km、流域面積 100 万 km^2 です。宜昌から鄱陽湖の入り口までが中流域です。河川延長は 960km、流域面積 68 万 km^2 です。そして、鄱陽湖から河口までが下流域となり、河川延長 840km、流域面積 12 万 km^2 です。



长江干流纵断面图

[河床勾配]

長江主流の断面図です。上流域の河床勾配が急になっています。したがって、洪水の危険性は高くありません。一方、中下流域は平原河川ということになり、河床勾配が緩くなります。したがって、洪水時の水位のピークが高いため洪水対策の時の要点となります。



[流域を構成する水系]

長江流域は、大きく 11 の水系から構成されます。そのうち内訳は、右岸は 4 水系（太湖水系、鄱陽湖水系、洞庭湖系、烏江水系）、左岸は 3 水系（汊江水系、嘉陵江水系、岷沱江水系）からなります。そして主流は 4 水系（下流区間、中流区間、上流区間、金沙江水系）に区分されます。

流域面积大于8万km2的支流

所在水系	支流名称	流域面积 (km^2)	多年平均流量 (m^3/s)	河道长度 (km)	天然落差 (m)
金沙江	雅砻江	128,000	1,914	1,637	4,420
岷沱江	岷 江	133,000	2,850	735	3,560
嘉陵江	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
乌 江	乌 江	87,920	1,690	1,037	2,124
洞庭湖	沅 江	93,376	2,070	844	756
洞庭湖	沅 江	88,451	2,070	1,022	1,462
汉 江	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
鄱阳湖	赣 江	80,948	2,130	751	978

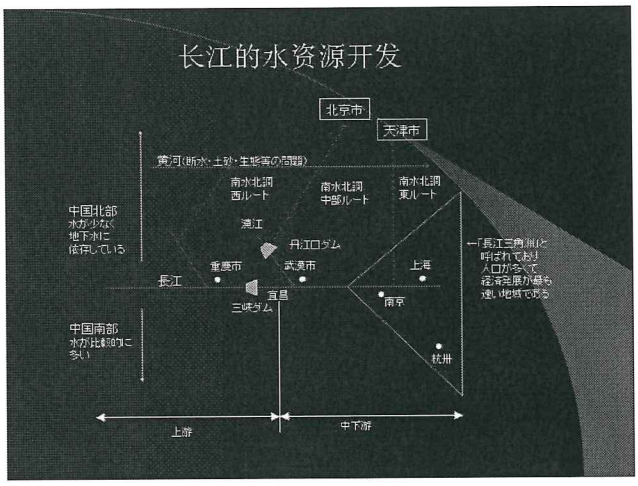
[水系面積]

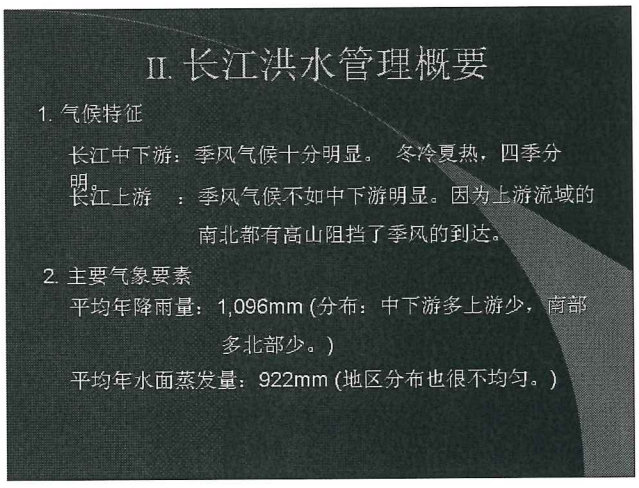
これらの支流のうち 80,000km^2 を超える水系が 8 つあります。ここにその概況を示します。中でも嘉陵江水系と汊江水系の水系面積は、それぞれ 160,000km^2、159,000 km^2 となっています。また、流域の中には沢山の淡水湖があります。ここには 6 大湖を示しています。中でも、鄱陽湖と洞庭湖が最大です。

长江中下游主要湖泊

湖泊	所在省	水位高程 (m)	面积 (km^2)	容积 (亿 m^3)	平均水深 (m)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
太 湖	江 苏	3.1	2,425	51.5	2.1
巢 湖	安 徽	10.0	820	36.0	4.4
洪 湖	湖 北	25.0	402	7.5	1.9
梁子湖	湖 北	17.0	334	5.7	1.7







[長江の水資源]

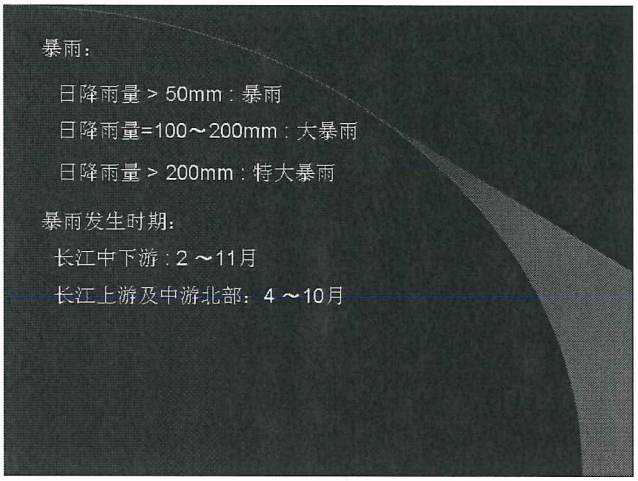
長江の水資源は中国の他の河川と比較しても豊富です。ここには、7 つの流域に関する概況を示します。黄河と比較すると、流域面積 2.5 倍、平均年流量 14 倍となっています。全体として南部で降雨が多く、北部で降雨が少なくなっています。したがって、南部の河川流量が多く、北部の河川流量が少なくなっています。

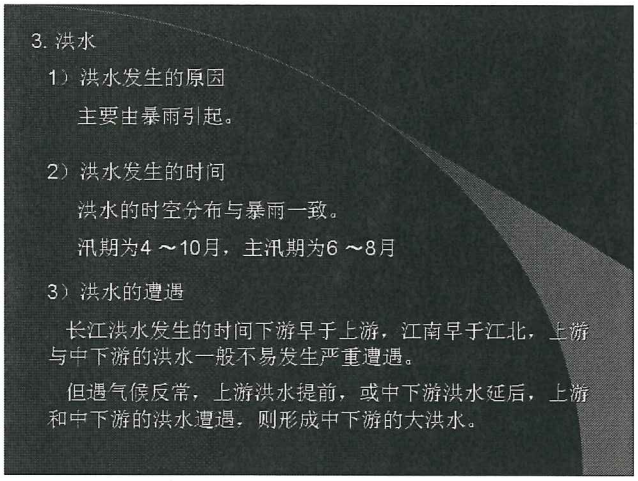
[南水北調計画]

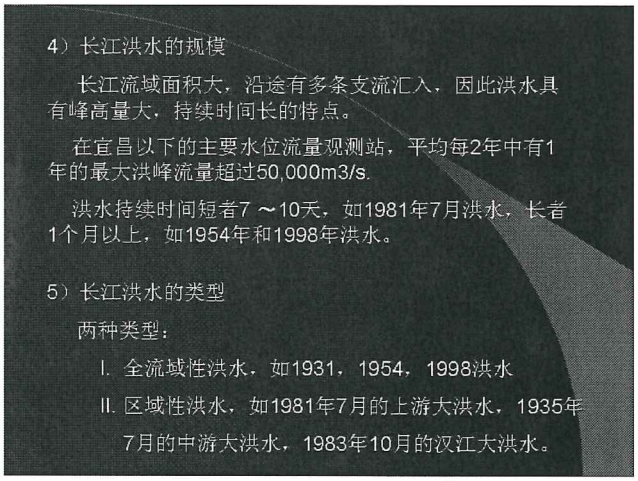
宜昌より下流域は人口密度が高く経済発展の著しい地域です. したがって, この地域における水資源供給と洪水防止という 2 つの課題を満たすため, 長江上流に多くのダムがあると同時に建設計画も沢山あり, 三峡ダムもその一つです. 黄河の水不足に対して、南水北調計画が進行中です。これには 3 ルートあり, 西ルートは、上流部の支流から黄河に供給するルート、中部ルートは丹江口ダムから北京へ供給するルート、そして東ルートは長江の河口付近から天津へと供給されるルートです。

[長江流域の気候特性]

長江流域の気候特性は上流域および中下流域で 2 つに区分することができ、上流域は高山地帯で四季の区分が不明瞭であるのに対して、中下流域はモンスーン地帯に属し四季の区分が明確です。また、流域としての平均年降水量は 1,096mm ですが空間的な分布を示しており、中下流で多く上流で少なく、また南部で多く北部で少なくなっています。一方、平均水面蒸発量は 922mm ですが、同様に空間的な分布を示します。







[降雨の等級区分]

日降雨量 50mm を超えて 100mm 未満を「暴雨」、100～200mm を「大暴雨」、そして 200mm を超える降雨を「特大暴雨」と分類します。「暴雨」の発生時期は中下流域で 2～11 月、上流と中流の北部で 4～10 月です。

[洪水の特性]

上流の通天河支流における洪水は春の融雪によるものですが、基本的には降雨による洪水ですので、4 月～10 月、特に 6 月～8 月に発生します。洪水の発生順序は、下流側が上流より早く、江南の方が江北よりも早い傾向にあります。流域全体が洪水にさらされることは一般にはありませんが、異常気象などが原因で発生することもあります。

流域面積が大きく流れ込む支流が多いため、ピークの数が多く持続時間が長いことに特徴があります。宜昌より下流の主要な流量観測所では、平均 2 年に 1 回ピーク流量が 50,000m^3/s を超えています。持続時間は短いもので 7～10 日、例えば 1981 年の洪水です。また、長いものでは 1 ヶ月に渡り、例えば 1954 年および 1998 年の洪水です。

洪水は、流域全体で発生するタイプと局所的なタイプに分けることができます。前者は上流の洪水と中下流の洪水が合わさることや、支流の洪水と主流の洪水が合わさることによって発生します。1931 年、1954 年、1998 年の洪水がこのパターンに該当します。後者は、1935 年 7 月の中流の洪水、1981 年 7 月の上流の洪水、1983 年 10 月の汉江支流の洪水です。



[洪水管理の原則]

洪水管理の原則は、三峡ダムや堤防を主として支流のダムや遊水地、工事以外の対策を合わせて行うことによって、問題を解決することです。

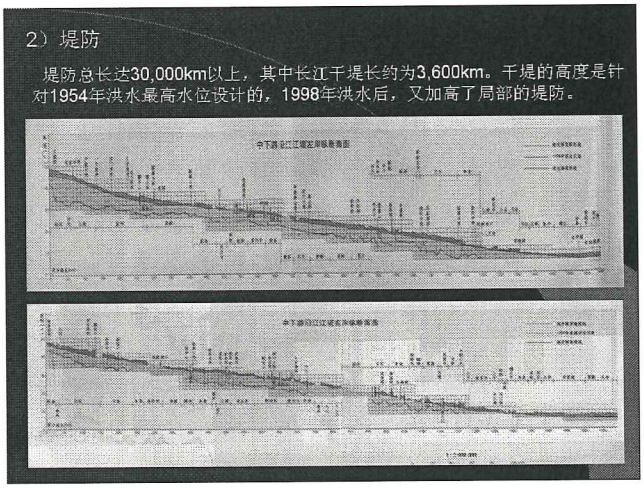
この図は、洪水防止防災のための措置をあらわした図です。この黄色で示した部分が遊水地の場所です。また、三峡周辺が洪水防止に大きな役割を果たしています。

洞庭湖と鄱陽湖はどちらも長江と連結しているため、洪水に対して大きな調節機能を発揮します。太湖は長江とは直接には連結していないため、直接的役割は果たしません。



[ダムの概要]

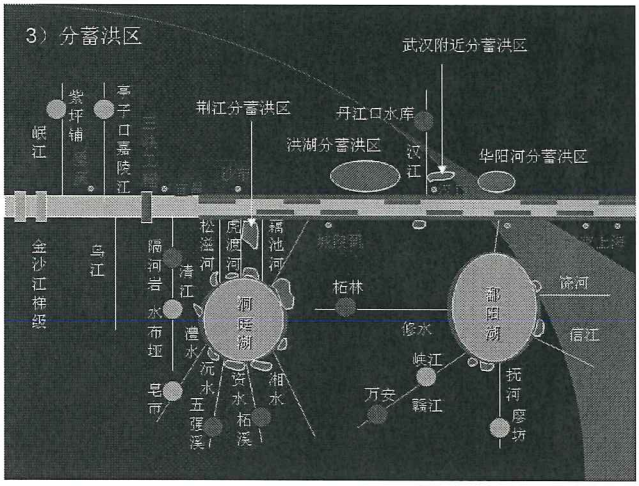
長江流域には約 45,600 基のダムが存在し、総貯水容量は 1,420.5 億 m^3 となります。三峡ダムが完成すると 221.5 億 m^3 の貯水容量を持つことになります。完成すると洪水防止機能が 10 年に 1 度から 100 年に 1 度に引き上げられます。



[堤防の概要]

長江流域の堤防総延長は 30,000km 以上になります。これには支流の堤防長さも含まれていますが、そのうち主流の堤防長は約 3,600km となります。堤防高さは 1954 年に発生した洪水の最高水位を基準に決められていますが、1998 年の洪水後に一部基準高さがさらに高く設定されました。

この図は、長江の中流・下流の左岸（上図）、下流の右岸（下図）の堤防断面図です。



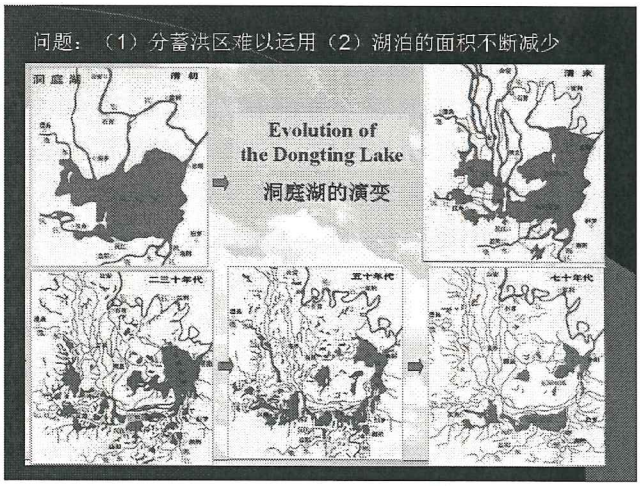
[遊水地の概要]

長江の中下流域には6つの遊水地があります。それぞれ、荊江遊水地、洞庭湖の遊水地、洪湖の遊水地、武漢の近くの遊水地、鄱陽湖の遊水地、華陽河の遊水地です。計画では、遊水地の総貯水容量は500億 m^3 となります。



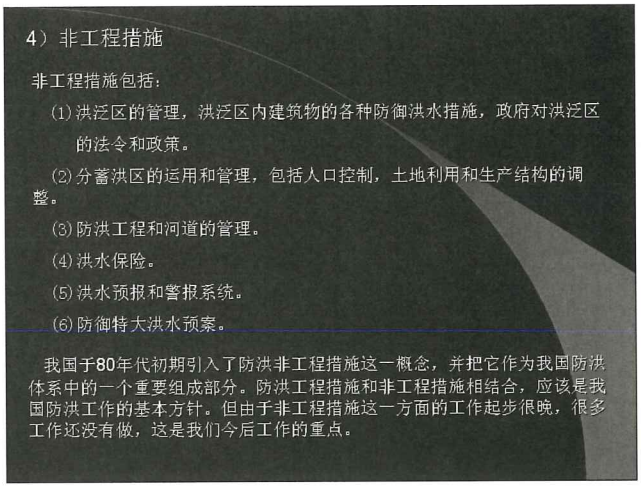
[荊江遊水地]

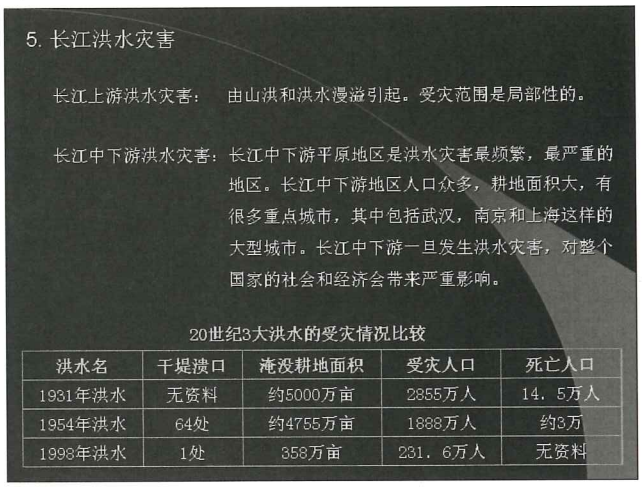
有名な荊江遊水地の写真です。



[遊水地の問題]

遊水地の問題には2つの問題があります。ひとつは、遊水地の運用・運営が難しいことがあります。この地域には多くの人が居住し財産が集中しています。ところが補償政策が完備していません。もうひとつは、遊水地の面積が減少していることにあります。この図は、洞庭湖の水面面積変化の様子をあらわしたものです。清時代（上段左）→清末期（上段右）→1920～30年代（下段左）→1950年代（下段中央）→1970年代（下段右）です。





[工事以外による洪水対策]

洪水管理の工事以外の対策としては、ここに示した6点があります。

(1)洪水氾濫地域の管理：その地域の管理および地域内の建物等の管理、政府の法令などの確立が該当します。

(2)遊水地の管理：人口の制御、土地利用・生産構造の調整などが該当します。

(3)河道の管理：河川の流れの管理です。

(4)洪水保険の整備

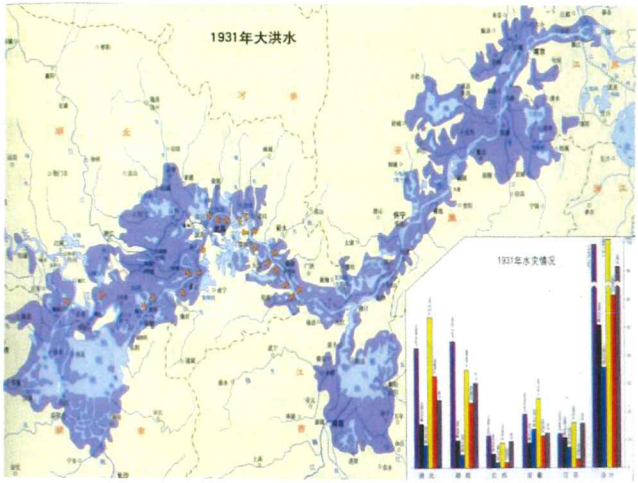
(5)洪水予報システムの構築

(6)大洪水の防御

1980年代はじめから、工事以外の対策という概念を取り入れ、洪水防御体系を重要な要素と認識しています。洪水防止工事と工事以外の対策とを結びつけるというのは、中国の基本的な方針でもあります。ただ、工事以外の対策については、まだ開始したばかりで、なされていない事が沢山あります。

[水害の概要]

上流における水害の主要因は、山津波と洪水によるものです。この被害は局所的な被害が特徴となっています。中下流域は洪水防止の重点地区です。中下流域の洪水は中国全体の経済に重要な影響を及ぼします。この表（下）は、20世紀における3回の大洪水時の被害発生状況を示したものです。1954年の洪水時には決壊カ所は64カ所ありました。1998年の洪水規模は1954年と同程度でしたが、決壊カ所は1カ所しかありませんでした。また、水没面積も小さかったのが特徴です。この結果からも、洪水防止管理システムが重要な役割を果たしたことがわかる。



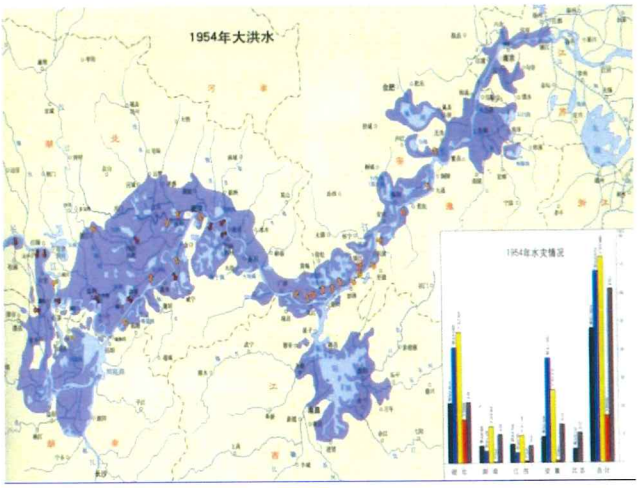
[1931 年の洪水時の様子]

1931 年の洪水時における、水没地域の図です。青の部分が水没地域です。



[武漢の水没状況]

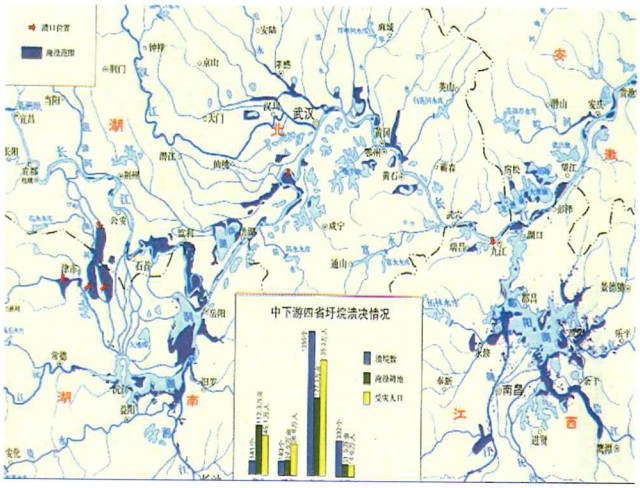
武漢における水没状況を示します。



[1954 年の洪水時の様子]
1954 年の洪水時の水没地域の図です。
同様に青い部分が水没地域です。



[1954 年の洪水時の人々の様子]
1954 年の洪水時に洪水と戦っている人々の様子です。



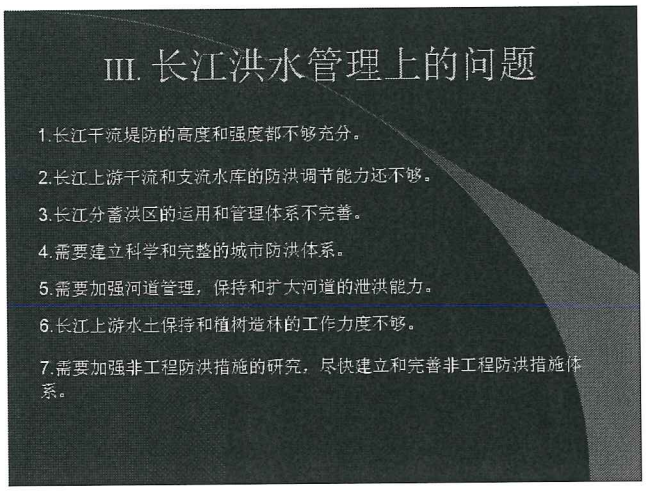
[1998 年の洪水の様子]

1998 年洪水時の水没地域の図です。前出の 2 回の洪水と比べ、1998 年の水没地域は非常に小さくなっています。



[唯一決壊した堤防]

江西省の九江における堤防が唯一決壊しました。



[長江の水管理の課題]

長江の水管理上の課題は以下の7点です。

(1)長江の主流における堤防高さおよび強度が不十分であるという点です。

(2)本流・支流の洪水調節能が不十分であるという点です。

(3)遊水地の運用管理体系が不十分であるという点です。

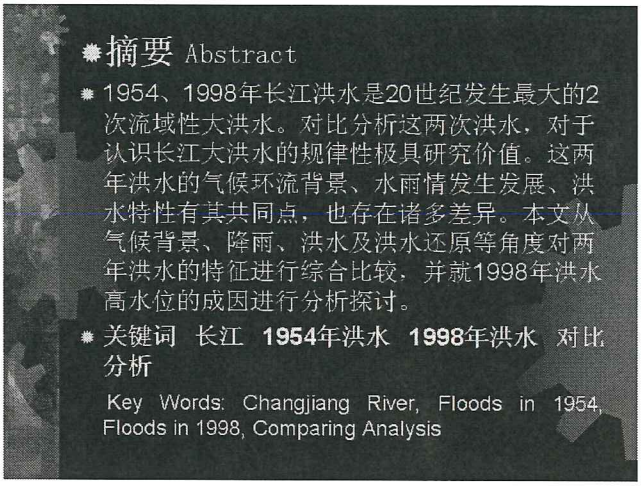
(4)科学的・包括的な都市の水防体系の構築が必要であるという点です。

(5)流れの管理を強化する必要があるということから、流下能力を拡大する必要があるという点です。

(6)上流域の水土流出防止対策および植林が不十分であるという点です。

(7)工事以外の対策に関する研究を進め、その実践的な体系を確立していく必要があるという点です。

2.2『1954 年洪水と 1998 年洪水の比較（気象水文条件、ピーク流量と流出ボリューム、水位、土砂等）、1998 年洪水の原因分析』（王俊）



[概要]

1998 年と 1954 年の洪水は、20 世紀に発生した流域的な 2 回の大きな洪水でした。流出特性、気候的背景、降雨の状況等に違いが多く存在します。比較を通じて 1998 年の洪水において生じた高い水位の原因を分析しました。



[長江の洪水特性]

長江の洪水における大きな問題点は、中・下流の流下能力と洪水ピークの大きさが完全にマッチしていないことにあります。長江の概要についての詳細は省きます。



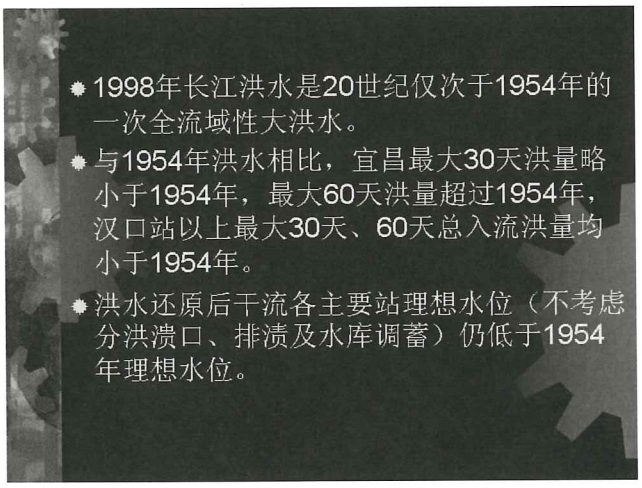
[流域の水系図]

流域の水系図です（詳細は王義成先生を参照のこと）。



[中下流域の洪水防御体制]

中下流域の洪水防御体制です（詳細は王義成先生を参照のこと）。



[1998 年洪水の概要]

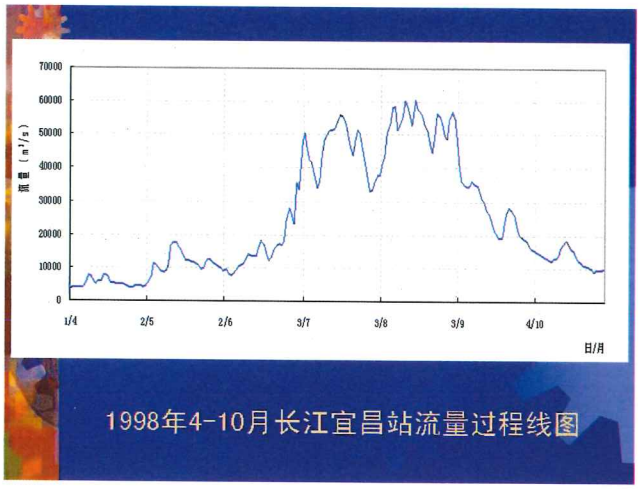
1998 年の洪水は、1954 年の洪水に次ぐ全流域的な大洪水でした。1954 年の洪水と比較すると、宜昌における 30 日間の最大洪水量は 1954 年のそれを僅かに下回っておりました。一方、60 日間の最大洪水量では 1954 年を上回っております。一方、漢口においては、30 日および 60 日ともに 1954 年を下回っていました。また、仮想水位*（発表では理想水位）は、1954 年よりも低いものでした。



[寸灘観測所における流量]

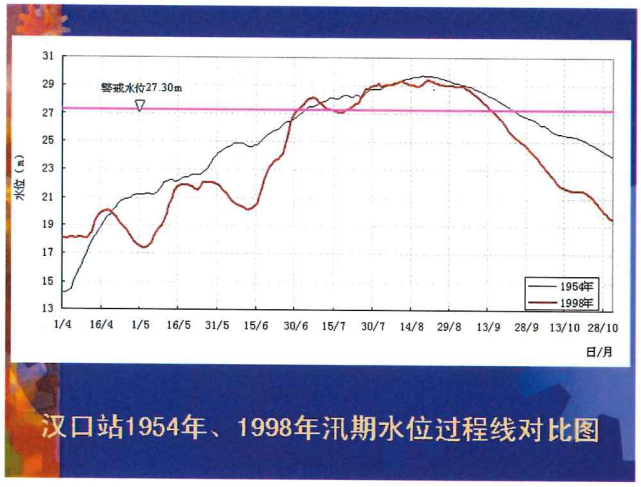
1998 年における、長江上流部における寸灘観測所における 4～10 月の間の流量です。

* ダムによる貯留および破堤などによる氾濫がなかったとした場合の河川水位。



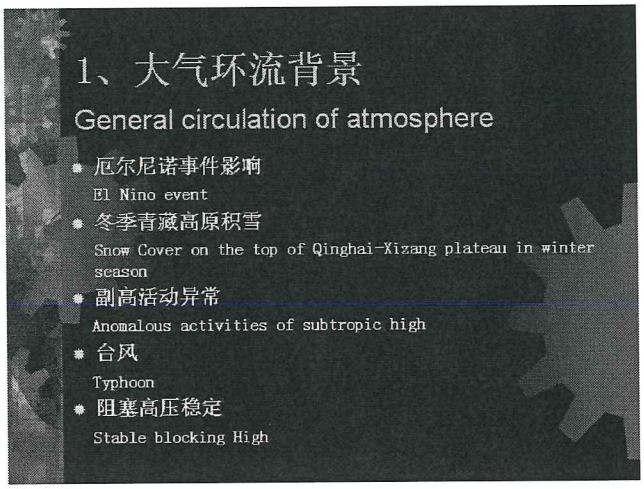
[宜昌観測所における流量]

同様に宜昌観測所における 4～10 月の流量です。8 つのピークがあることがわかります。次の漢口ではピークがはっきりしなくなります。



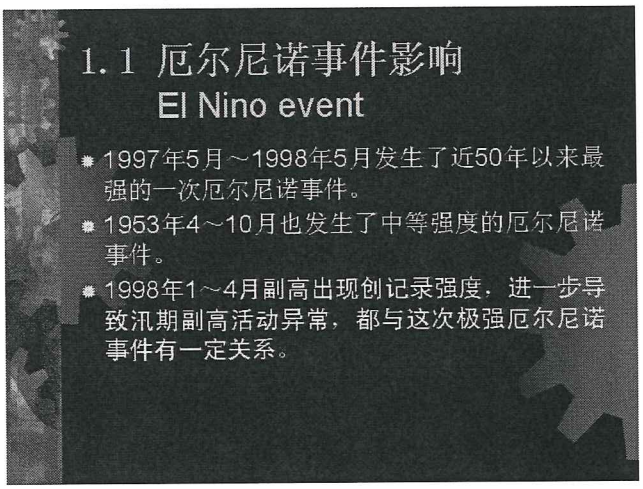
[漢口観測所における流量]

漢口ではこの通りピークがはっきりしなくなります。1954 年（青）と 1998 年（赤）の比較をしております。



[大気循環の概要]

大気循環のバックグラウンドを紹介します。エル・ニーニョ現象、冬季における青蔵高原の積雪量、亜熱帯地方における高気圧の活動異常、台風の特性、北アジアに停滞する高気圧、について紹介します。



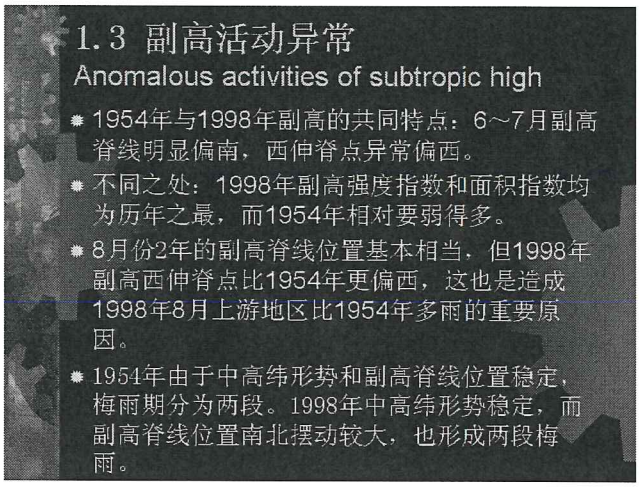
[エル・ニーニョの影響]

1997 年 5 月～1998 年 5 月において、最近 50 年間における最も大きなエル・ニーニョが発生しました。比較として、1953 年 4 月～10 月にかけては中規模のエル・ニーニョが発生しております。長江流域においては一つの法則性があり、エル・ニーニョと洪水の間に関係があると考えられています。エル・ニーニョが発生しますと、亜熱帯性高気圧の活動異常が生じます。



[青蔵高原における積雪]

1997 年の秋～1998 年の春にかけて青蔵高原における積雪が異常に多くなりました。一方、1954 年には異常は見られませんでした。ここで、積雪の効果は、融雪によるものではなく、蒸発量が増えることによって、大気の循環に影響を与えるという効果です。



[亜熱帯高気圧の活動異常]

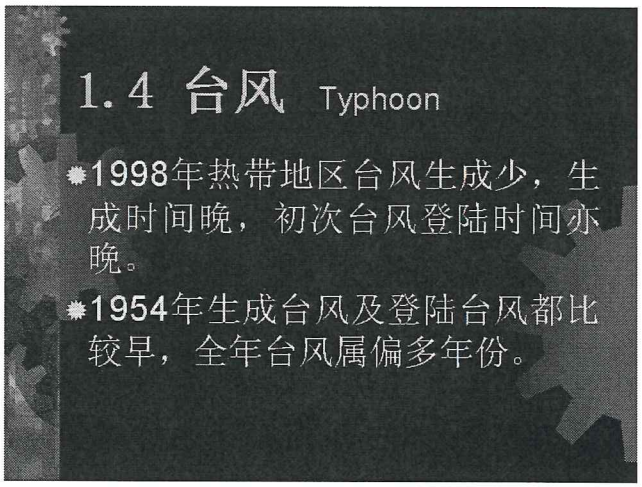
1998 年と 1954 年は共通して、6～7 月の亜熱帯高気圧が南に偏り、西に延びていました。これは、亜熱帯高気圧が長江上・中流に居座り梅雨のような状態をつくりだすことを意味します。前線が西に延びると、前線が長江の上流にかかり、洪水の原因となります。

表1 1954 年、1998年西太平洋副热带高压特征比较

月份	面积指数		西伸脊点（° E）		脊线位置	
	1954年	1998年	1954年	1998年	1954年	1998年
1月	2	22	125	＜90	15	14
2月	0	20	—	＜90	15	11
3月	4	23	125	＜90	16	13
4月	7	27	＜90	＜90	16	14
5月	13	28	95	＜90	20	15
6月	18	35	100	100	20	21
7月	13	41	100	100	22	22
8月	13	44	118	95	28	27
9月	14	30	95	90	26	22

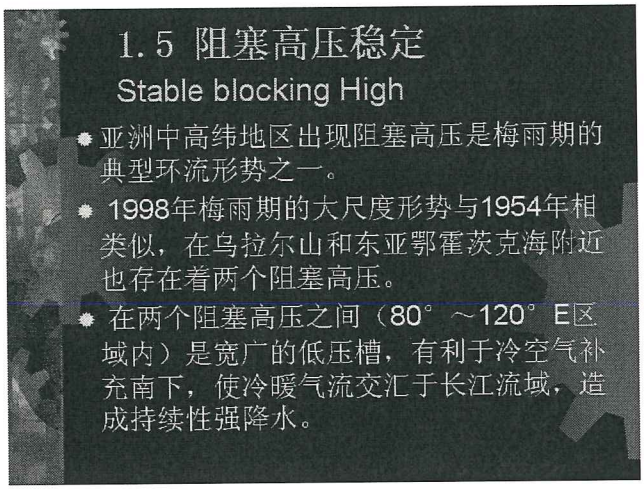
[活動異常の数値的な比較]

表 1 から、1954 年に比較すると 1998 年には熱帯高気圧が占める面積が広かったことがわかります。詳細は省きます。



[台風]

1998 年は熱帯地方における台風発生数が少なく上陸時期も遅いことが特徴でした。一方、1954 年には台風生成数が多く上陸時期も早かったことが特徴です。



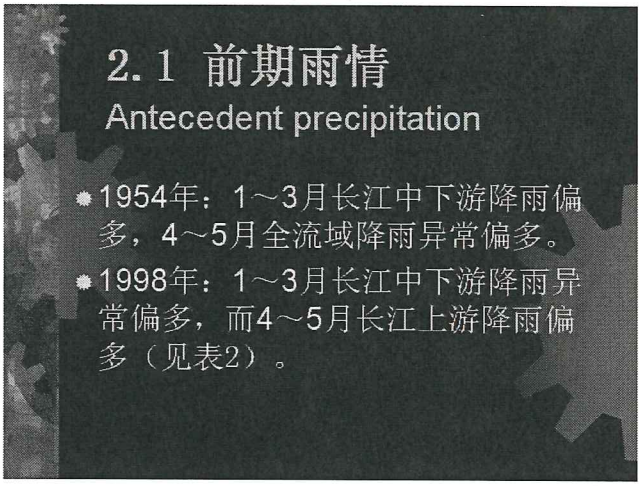
[北アジアに停滞する高気圧]

1998 年および 1954 年ともに類似していました。ウラル山脈と東オホーツク海に 2 つの高気圧が停滞していました。その間に生じた幅の広い低気圧が生成し、この冷たい空気が南下して、南の暖かい空気と混合し、長江中下流域に継続的な降雨を降らせることになります。したがって、長江の中流下流に梅雨と同様な降雨を生じさせる要因には 2 つあることになります。つまり、亜熱帯高気圧、北アジアの高気圧、そしてモンスーンの影響です。



[降雨の特性]

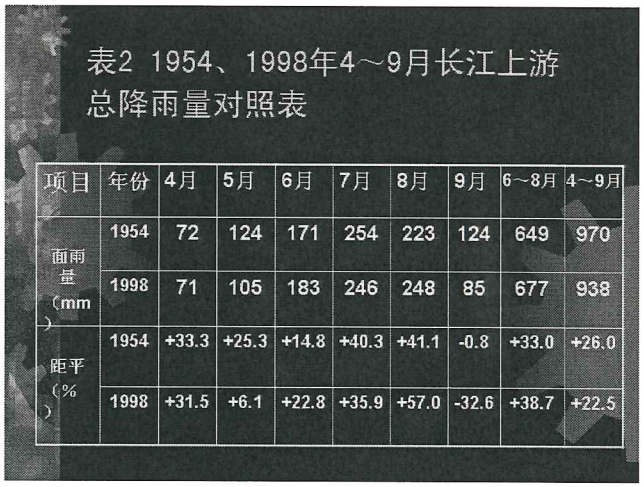
長江に年間に降る降雨は、時期的に3期間に区分することができます。第1に初期降雨、第2に主として中下流域に降る梅雨、そして第3に6～9月に降る降雨です。



[初期降雨]

1954年と1998年に共通して、初期降雨（1～3月）が中・下流域で雨が多く降りました。特に1998年の方が異常に多かったことが特徴です。

1954年の場合、4～5月は全流域に渡って降雨が多かったのが特徴です。一方、1998年は上流において雨が多い傾向がみられたのが特徴です。



项目	年份	4月	5月	6月	7月	8月	9月	6～8月	4～9月
面雨量（mm）	1954	72	124	171	254	223	124	649	970
	1998	71	105	183	246	248	85	677	938
距平（%）	1954	+33.3	+25.3	+14.8	+40.3	+41.1	-0.8	+33.0	+26.0
	1998	+31.5	+6.1	+22.8	+35.9	+57.0	-32.6	+38.7	+22.5

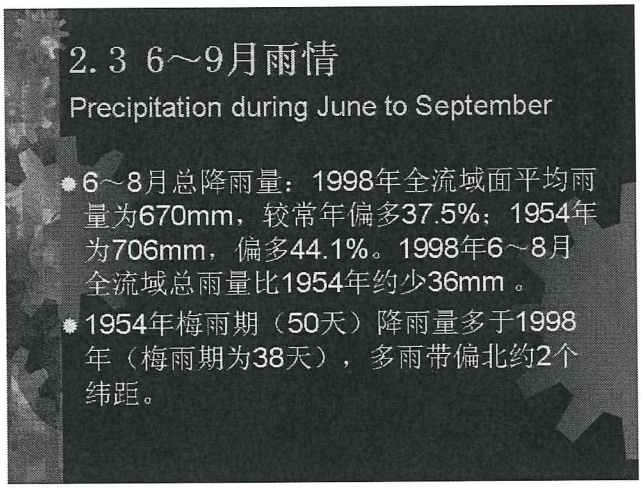
[月降雨量の比較]

月降雨量の比較です。お手元の資料をご覧ください。



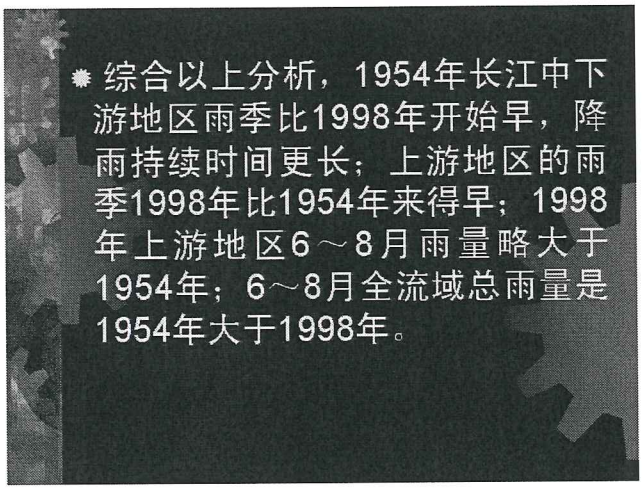
[中下流域における梅雨の特性]

1954 年は 1 ヵ月程度、1998 年は 20 日程度、梅雨が平年より長かったのが特徴です。したがって、1954 年、1998 年ともに梅雨における降雨量は多く、特に 1954 年における梅雨の降雨量は顕著に多いものでした。



[月降雨量の比較]

6～8 月にかけての総降雨量ですが、1998 年の場合、670mm、1954 年は 700mm であり、1954 年の方が若干多かったことがわかります。



[降雨特性に関する考察]

以上をまとめますと、1954 年は中下流域の梅雨が早くに始まり、持続期間も長かったということが言えます。一方、上流域に関しては 1998 年の方が早くに梅雨が始まりました。雨量の分析からは、上流における 6～8 月の雨量は、1998 年の方が 1954 年より多く、流域全体では 1954 年の方が多かったということになります。

表3 1954、1998年4-9月长江流域各区降雨量对照表

単位：mm

区域	年份	4月		5月		6月		7月	
		面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%)
金沙江	1954年	21	-25.0	65	-3.0	174	+15.2	239	+36.6
	1998年	30	+7.1	55	-17.9	217	+43.7	262	+49.7
岷沱江	1954年	99	+76.8	137	+41.2	177	+28.3	225	+12.5
	1998年	66	+17.9	94	-3.1	128	-7.2	203	+1.5
嘉陵江	1954年	102	+61.9	119	+20.2	113	-13.1	203	+6.3
	1998年	106	+68.3	151	+52.5	132	+1.5	254	+33.0
上干区	1954年	108	+33.3	193	+33.1	149	-6.3	353	+99.4
	1998年	118	+45.7	140	-3.4	220	+38.4	236	+33.3
乌江	1954年	108	+20.2	238	+47.8	290	+55.1	326	+102.5
	1998年	105	+16.5	167	+3.7	207	+10.7	256	+59.0
汉江	1954年	79	+9.7	113	+15.3	104	-9.6	284	+66.1
	1998年	97	+34.7	178	+81.6	52	-54.8	186	+8.8
中干区	1954年	191	+51.6	373	+111.9	450	+127.3	454	+134.0
	1998年	134	+6.3	183	+4.0	275	+38.9	317	+63.4
洞庭湖	1954年	211	+22.7	324	+51.4	369	+84.5	271	+88.2
	1998年	120	-30.2	208	-2.8	342	+71.0	236	+63.9
下干区	1954年	231	+58.2	423	+129.9	520	+124.1	482	+153.7
	1998年	180	+23.3	199	+8.2	244	+5.2	279	+46.8
鄱阳湖	1954年	349	+57.2	434	+68.2	455	+74.3	276	+98.6
	1998年	153	-31.1	210	-18.6	504	+93.1	232	+66.9

续表3

区域	年份	8月		9月		6～8月		4～9月	
		面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%)	面雨量	距平(%
金沙江	1954年	218	+41.6	131	+8.3	631	+31.5	848	+21.8
	1998年	226	+46.8	79	-34.7	705	+46.9	869	+24.9
岷沱江	1954年	284	+47.9	157	+23.6	696	+29.4	1079	+33.2
	1998年	220	+14.9	106	-16.5	551	+4.0	817	+0.9
嘉陵江	1954年	237	+52.9	128	-8.6	553	+16.2	902	+15.9
	1998年	256	+65.2	101	-27.9	642	+34.9	1000	+28.5
上干区	1954年	163	+10.9	97	-23.0	665	+37.7	1063	+27.3
	1998年	340	+131.3	60	-52.4	796	+64.8	1114	+33.4
乌江	1954年	188	+40.3	72	-32.1	804	+66.8	1222	+45.6
	1998年	248	+85.1	68	-35.8	711	+47.5	1051	+25.3
汉江	1954年	188	+34.3	88	-23.5	576	+35.2	856	+20.4
	1998年	254	+81.4	33	-71.3	492	+15.5	800	+12.5
中干区	1954年	134	-8.2	29	-73.1	1038	+92.9	1631	+72.0
	1998年	283	+93.6	65	-39.8	875	+62.5	1257	+32.6
洞庭湖	1954年	109	-18.7	39	-51.3	749	+56.7	1323	+40.1
	1998年	99	-26.1	44	-45.0	677	+41.6	1049	+11.1
下干区	1954年	100	-25.9	21	-76.7	1102	+97.8	1777	+81.9
	1998年	62	-54.1	39	-55.7	585	+5.0	1003	+2.7
鄱阳湖	1954年	133	+1.5	32	-64.4	864	+62.7	1679	+52.5
	1998年	62	-52.7	77	-14.4	798	+50.3	1238	+12.4

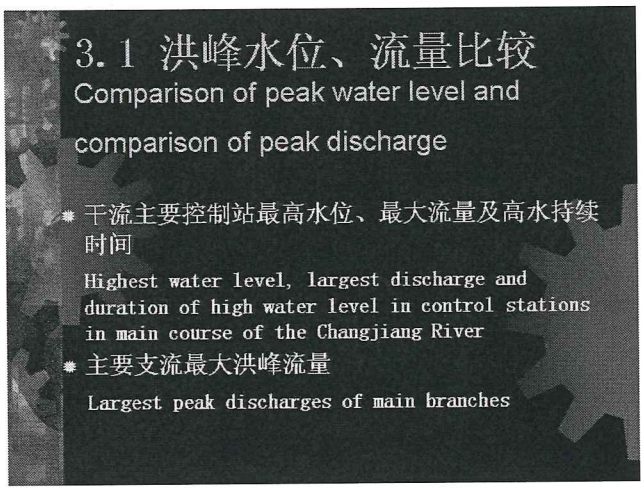
[月降水量の流域別対照表]

同様に対照表ですので、お手元の資料をご覧ください。



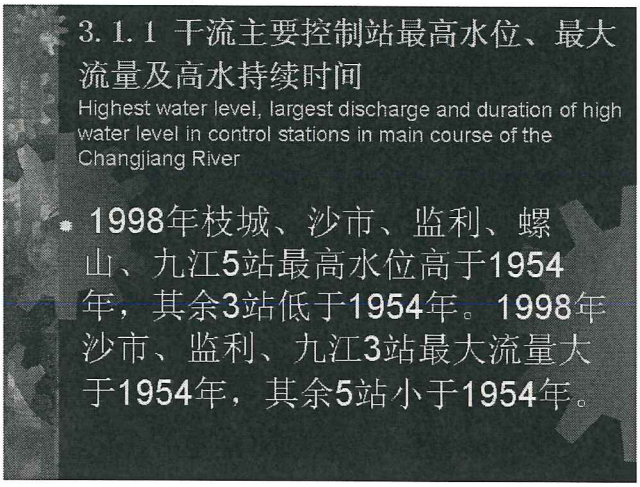
[洪水特性の比較]

洪水の比較を行います。比較検討は次の3点から行いました。第1にピーク水位、ピーク流量の比較です。第2に、主要流量観測所における流量の比較です。そして第3に1998年と1954年における洪水量の比較です。



[ピーク水位およびピーク流量の比較]

第1に、最高水位および最大流量の比較です。この比較は、次の2点から行います。ひとつは、長江主流の流量観測所における最高水位、最大流量、最高水位の持続時間です。もうひとつは、主要な支流における最大流量です。



[水位の比較]

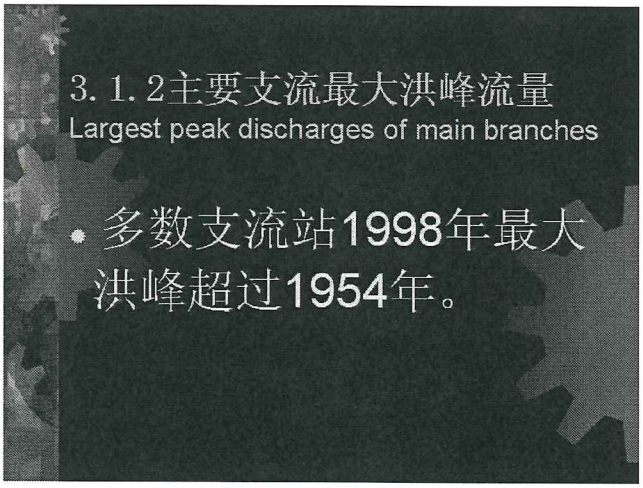
1998 年における枝城、沙市、監利、螺山、九江の 5 つの観測所の最高水位は 1954 年を上回りました。一方、漢口を含む 3 観測所は 1954 年を下回りました。沙市、監利、九江の 3 観測所では最大流量が 1954 年より大きく、その他 5 つは 1954 年を下回りました。

表4 长江干流主要控制站1998年与1954年最高水位和最大流量对照表

站名	1998年		1954年		超警戒水位持续时间（天）		
	最高水位（m）	最大流量（m^3/s）	最高水位（m）	最大流量（m^3/s）	警戒水位（m）	1998年	1954年
宜昌	54.50	63300	55.73	66800	52.0	37	38
枝城	50.62	68800	50.61	71900	49.0	26	19
沙市	45.22	53700	44.67	50000	43.0	54	34
监利	38.31	46300	36.57	36500	34.5	81	58
螺山	34.95	67800	33.17	78800	31.5	81	72
汉口	29.43	71100	29.73	76100	26.3	83	99
九江	23.03	73100	22.08	（73000）	19.5	92	115
大通	16.32	82300	16.64	92600	14.5	82	107

[水位・流量の比較表]

表は、1998 年と 1954 年の最高水位と最大流量の比較と、警戒水位を超えた時間を示しています。警戒水位を超えた時間が長いのが、長江の特徴です。



[主要な支流における最大流量]

多くの支流の観測所では、1998 年の洪水のピーク流出量が 1954 年の洪水におけるピーク流出量を越えています。

表5 长江主要支流控制站1998年与1954年最大流量对照表

河名	站名	1998年最大流量(m³/s)	出现时间(月.日)	1954年最大流量(m³/s)	出现时间(月.日)	历史最大记录
岷江	高场	20500	7.7	18400	8.14	34100(1961年)
沱江	李家湾	6230	7.7	6790	8.24	18900(1948年)
嘉陵江	北碚	27500	8.23	19300	7.22	44800(1981年)
乌江	武隆	13900	7.23	18800	7.27	21000(1964年)
渣江	长阳	8860	7.2	7810	7.22	18900(1969年)
洞庭湖	城陵矶	35900	7.31	43400	8.2	57900(1931年)
湘水	湘潭	17500	8.10	18300	6.30	20800(1994年)
资水	桃江	10100	6.14	11300	7.25	15300(1955年)
沅江	桃源	25000	7.24	23900	7.30	29100(1996年)
澧水	石门	19900	7.24	14500	6.25	18900(1950年)
赣江	外洲	17000	6.26	14100	7.1	20400(1982年)
抚河	李家渡	9950	6.23	6360	7.14	8490(1968年)
信江	梅港	12600	6.22	7800	7.14	13600(1955年)
昌江	渡峰坑	8600	6.26	4760	6.26	7920(1955年)
乐安江	虎山	7640	7.24	5320	7.13	10100(1967年)
漳河	万家埠	3540	6.26	3060	6.17	5600(1977年)
鄱阳湖	湖口	31900	6.26	22400	6.20	28800(1955年)
汉江	沙洋	9710	8.18	16400	8.11	21600(1983年)

[ピーク流量の比較対照表]
表に各観測所の値を示します。

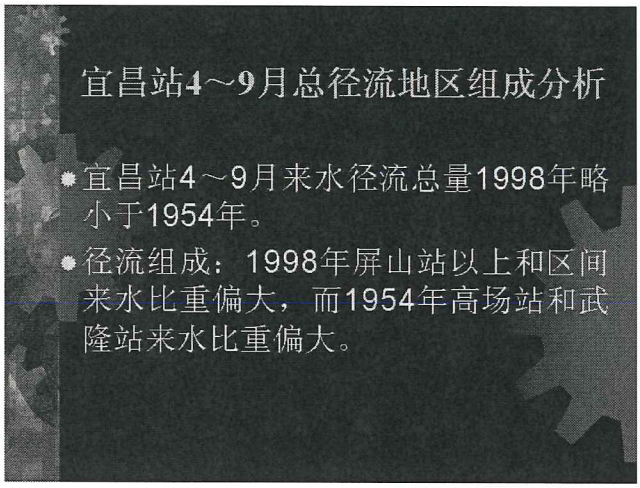
3.2主要控制站径流量比较
Discharge comparison in main control stations

[主要な観測所における通過流量]
主要な観測所における通過流量を見ていきます。

表6 长江干支流主要控制站1998年与1954年4-9月径流总量比较表　　单位：亿m^3

时间＼站名		宜昌	螺山	汉口	大通	城陵矶	湖口
4月	1998年	142.8	388.8	440.6	759.5	216.2	228.9
	1954年	234.3	528.8	549.5	614.3	334.4	186.9
5月	1998年	318.7	616.0	666.9	881.2	321.4	169.8
	1954年	391.0	830.3	894.6	1202.6	522.3	361.6
6月	1998年	409.5	793.2	798.3	1184.5	445.8	386.2
	1954年	479.0	1108.0	1136.0	1551.0	764.6	438.0
7月	1998年	1216.0	1550.8	1647.2	2008.8	704.4	294.6
	1954年	1170.0	1594.0	1528.0	2007.0	961.5	422.0
8月	1998年	1398.1	1639.2	1800.0	2065.0	747.3	190.2
	1954年	1325.0	1593.0	1773.0	2233.0	910.7	245.0
9月	1998年	735.1	1137.9	1306.4	1653.7	500.3	236.6
	1954年	762.0	985.0	1319.3	1848.1	583.2	204.0
4~9月总径流	1998年	4221.2	6125.9	6659.4	8552.7	2935.4	1506.3
	1954年	4361.3	6639.1	7200.4	9456.0	4076.7	1857.5

[主要な観測所における通過流量]
比較対照表を示します。



[宜昌観測所における通過流量の比較]

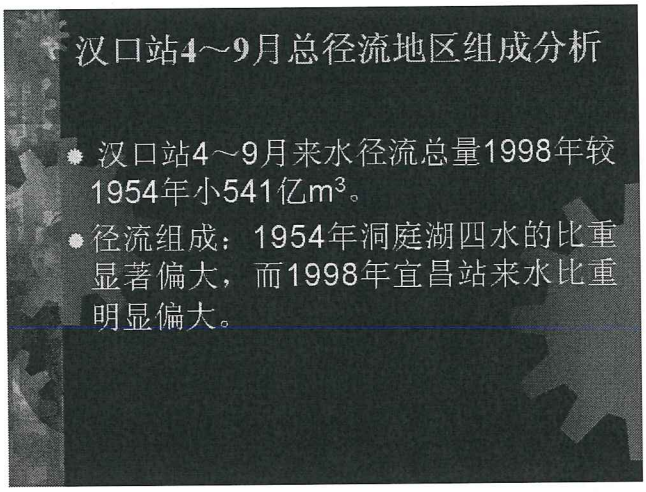
宜昌においては、1998 年が 1954 年に比較して若干、4～9 月の通過流量は多くなっていました。また、その組成としては、金沙江水系の屏山観測所より上流における流量が特に多いということになっています。一方、1954 年については、下流の岷江における高場観測所、烏江の武隆観測所における水量が多くなっていました。

表7　1998年与1954年宜昌站以上4-9月总径流地区组成对照表

项目＼站名		屏山	高场	北碚	武隆	屏山-宜昌区间	宜昌
1998年	水量（亿m³）	1523.6	623.1	633.3	469.0	972.2	4221.2
	占宜昌站的比重（%）	36.1	14.8	15.0	11.1	23.0	100.0
1954年	水量（亿m³）	1334.2	838.7	553.3	630.6	903.3	4361.3
	占宜昌站的比重（%）	30.6	19.2	12.7	14.5	20.7	100.0

[通過流量の比較対照表]

この表は、2 回の洪水時における通過流量を各観測所で比較したものです。



[漢口観測所における流量の比較]

漢口観測所において 4～9 月の通過流量を比較すると、1998 年は 1954 年より 541 億 m^3 少なくなっています。1954 年は洞庭湖の 4 支流から来ている割合が比較的大きいのに対し、1998 年は宜昌から来ているものが明らかに多く、上流から来ている量が多いことがわかります。

表8 1998年和1954年汉口站以上4-9月总径流地区组成对照表

项目 \ 站名		宜昌	长阳	洞庭湖四水	沙洋	宜昌-汉口区间	汉口
1998年	水量（亿m³）	4221.2	147.5	1526.6	338.7	425.4	6659.4
	占汉口站的比重（%）	63.4	2.2	22.9	5.1	6.4	100.0
1954年	水量（亿m³）	4361.3	168.0	2137.0	525.0	403.0	7200.4
	占汉口站的比重（%）	57.5	2.2	28.1	6.9	5.3	100.0

[通過流量の比較対照表]

表に示します。

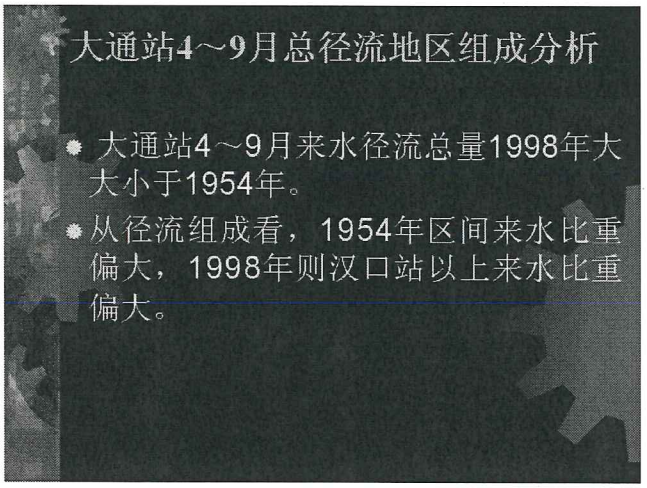


表9 1998年与1954年大通站以上4-9月总径流地区组成对照表

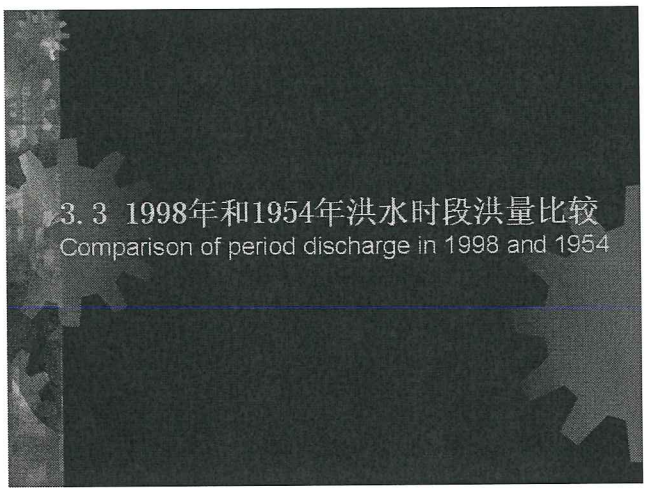
项目 \ 站名		汉口	鄱阳湖五河	汉口-大通区间	大通
1998年	水量(亿m³)	6659.4	1236.0	657.3	8552.7
	占大通站的比重(%)	79.1	14.5	7.7	100.0
1954年	水量(亿m³)	7200.4	1593.0	1164.0	9456.0
	占大通站的比重(%)	72.3	16.0	11.7	100.0

[大通観測所における流量の比較]

大通観測所の観測記録は、WMO に常に報告をしているものです。大通観測所における 4～9 月における流量は、1998 年が 1954 年に比較して非常に少ないという特徴があります。流量の構成を見ますと、1954 年の場合には、鄱陽湖からくる水量が多いということが言えます。一方、1998 年の場合には、主流の方から来ている水量と洞庭湖から来ている水が鄱陽湖よりも多いということです。

[流量の比較対照表]

1998 年の場合には、8,552 億 m^3 であるのに対して 1954 年には 9,456 億 m^3 となっています。



[単位時間あたりの流量]

1998 年と 1954 年の洪水時における単位時間あたりの洪水量の比較を行います。

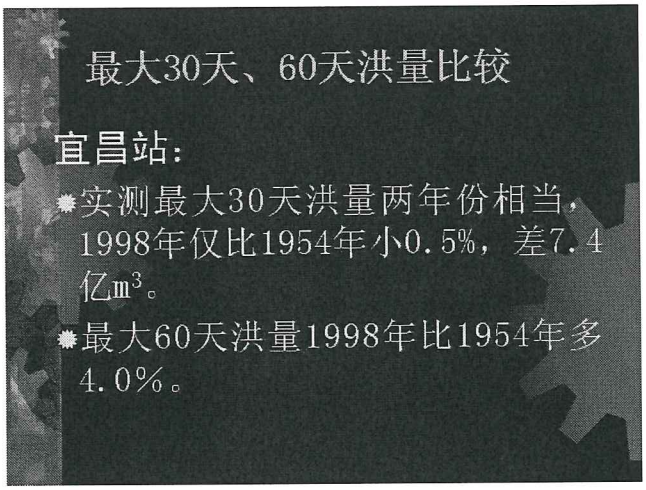
表10 1998年与1954年宜昌、螺山、汉口、大通4站时段洪量对照表　　单位：亿m³

站名	项目 \ 洪量	最大30天洪量		最大60天洪量	
		1998年	1954年	1998年	1954年
宜昌	实测	1379.2	1386.6	2544.7	2448.0
螺山	总入流	1747.1	1971.0	3301.8	3485.2
	实测	1603.0	1744.0	3089.0	3100.0
汉口	总入流	1884.8	2182.0	3536.3	3830.0
	实测	1754.0	1730.0	3365.0	3220.0
大通	总入流	2193.3	2576.4	4174.5	4899.5
	实测	2026.6	2193.9	3950.5	4210.3

[4 観測所における時間洪水量の比較]

これは、洪水量の統計値の一つです。30 日間の洪水量および 60 日間の洪水量を比較したもの、主流の 4 つの観測所の値です。宜昌の場合には、実際の測定値です。あとの 3 つの観測所の値は、通過流量の中に測定値を含んだものになっています。例えば漢口の場合には 1998 年の方が上回っています。

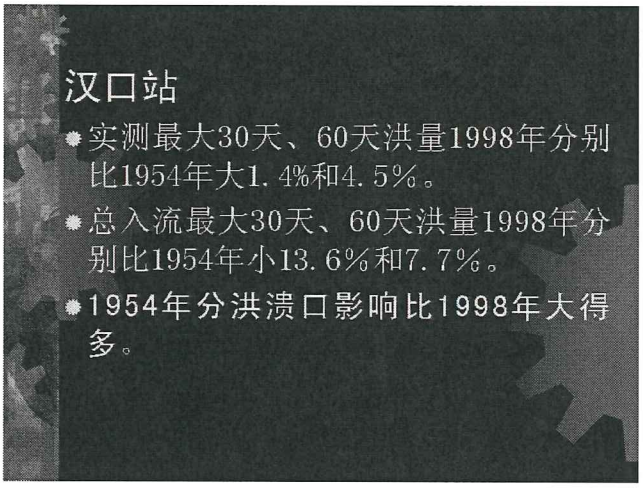
支流の 4 観測所の総流量です。実測値は誤差等の影響を受けるため、実測値と計算値を比較しています。



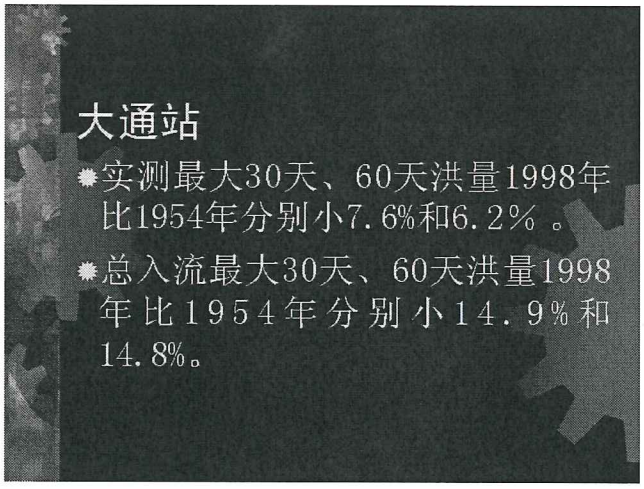
[宜昌観測所における比較]



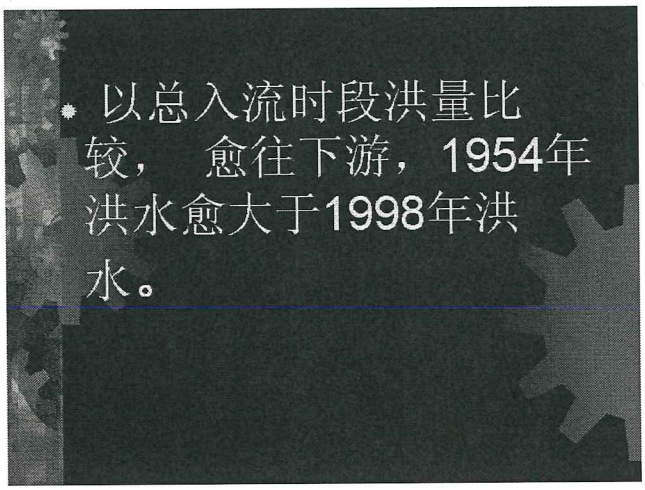
[螺山観測所における比較]



[漢口観測所における比較]

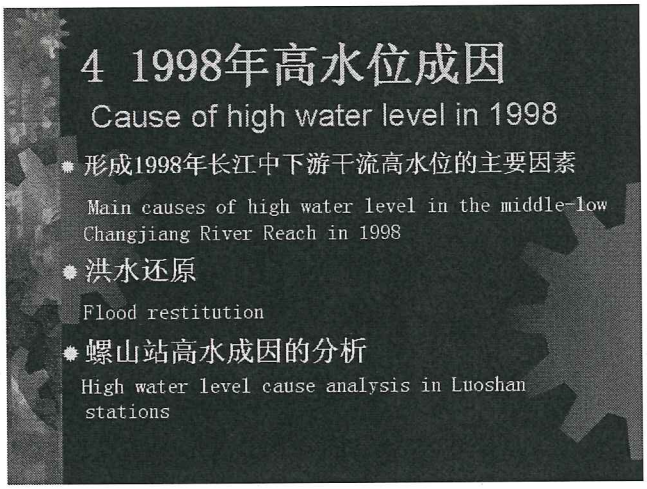


[大通観測所における特徴]



[1954 年と 1998 年の比較結果]

総量を比較すると、1954 年の方が 1998 年に比べて下流にいくほど流量が多くなる、という特徴があることがわかります。



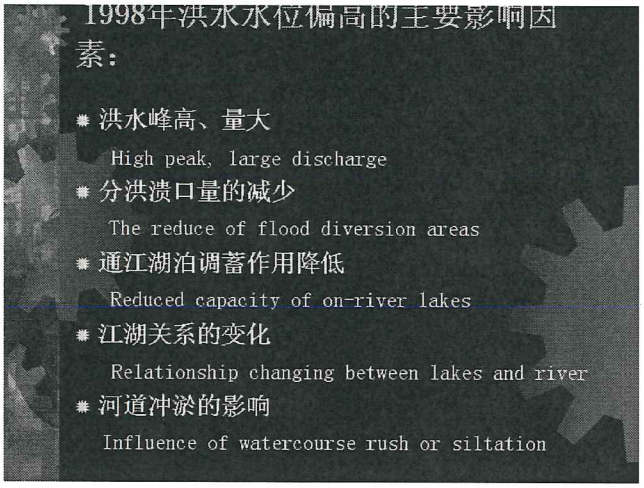
[1998 年が高水位であった要因]

これから、1998 年の洪水で長江中・下流域の水位が高かった要因を分析してみます。主に 3 つの観点から分析をします。一つは、水位が高くなる要因の分析、つぎに仮想水位の分析、そして螺山観測所において水位が高かった要因の分析です。



[水位が高くなる要因の分析]

まず、水位が高くなる要因の分析を行います。



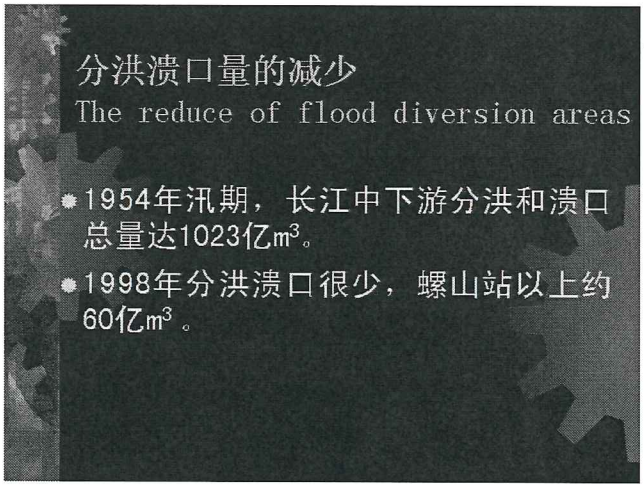
[水位が高くなる要因の分析]

ここに挙げた 5 点が要因として考えられます。



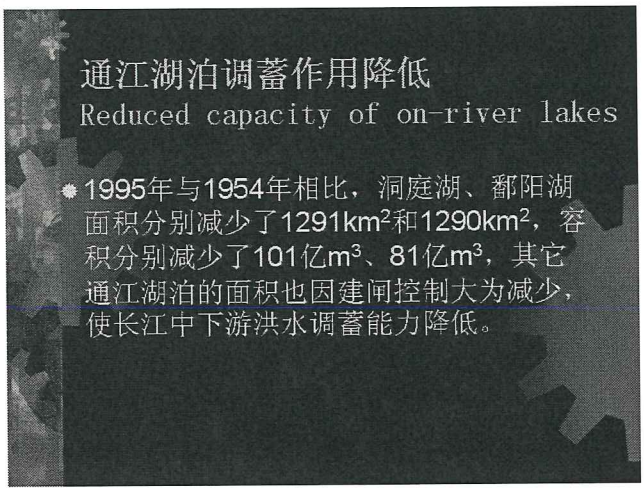
[洪水期における流量]

1998 年の洪水にしても 1954 年の洪水にしても、一番大きな原因としては、ピーク時の流量が大きかったことが挙げられます。例えば 1998 年の 6～9 月（洪水期）における宜昌の流量は平年の 1/3 以上多かったです。



[堤防の決壊による分派量]

2 番目として、堤防が決壊して水の分派量が少なかったことが考えられます。1954 年における堤防の決壊による分派量は、1,023 億 m^3 に達しました。1998 年の場合には、螺山観測所から上流における分派流は 60 億 m^3 程度でした。



[湖が果たす役割の減少]

湖が果たす分派の役割が減少したと思われます。洞庭湖および鄱陽湖は、1954 年から 1995 年にかけて、それぞれ面積にして 1,291km^2 および 1,290km^2 減少しています。また、容積にすると、洞庭湖で 101 億 m^3、鄱陽湖で 81 億 m^3 減少しました。また、湖や川への通路が水門等でコントロールされることで、湖沼への水の流入量が減っているものと考えられます。



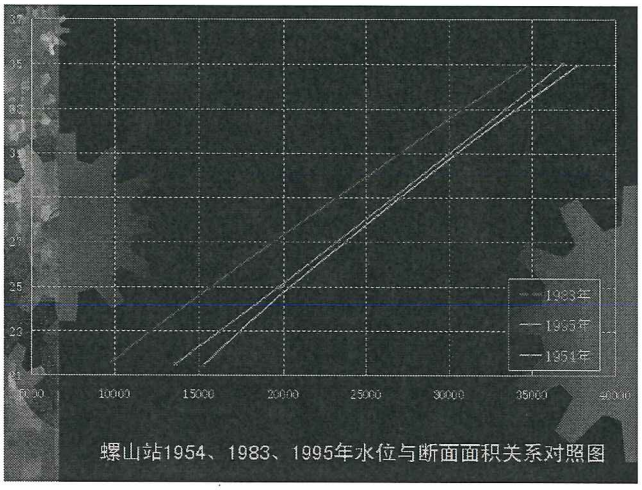
[長江からの流入水がある湖の面積]

例えば、長江からの流入水がある湖の面積は、宜昌においては、1954 年の 4,155km^2 に比べて 1980 年には 2,691km^2 に減少しています。また、トータルすると、15,409.6km^2 から 6,605km^2 にまで減少しています。この面積は、主として洞庭湖および鄱陽湖の面積が占めています。



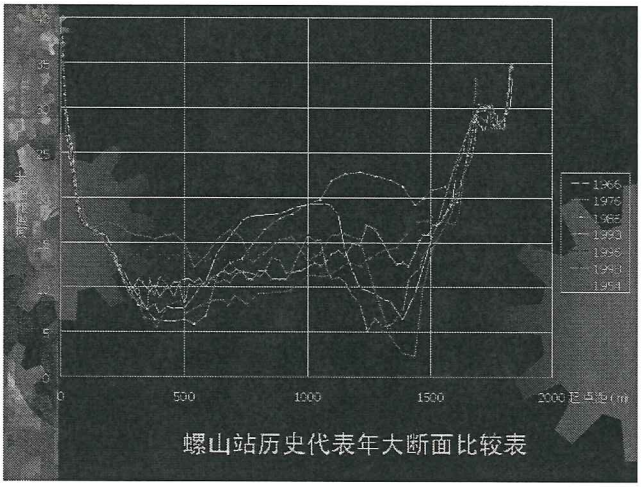
[長江と湖の関係の変化]

1966 年 10 月～1972 年 7 月にかけて中流域(荊江周辺)で河川改修を行い、人工的に流路を変更し、主流の長さを 80km も短くしました。これにより下流の河床勾配が急になり、川底が低下しました。さらに、葛州にダムを作ったことで、その下流の川底が低下しました。この河床の低下により、長江と洞庭湖の間に 3 つの支流がありますが、土砂の堆積が深刻になりました。3 つの支流への分流・分砂量が減って、本流の水が増えました。



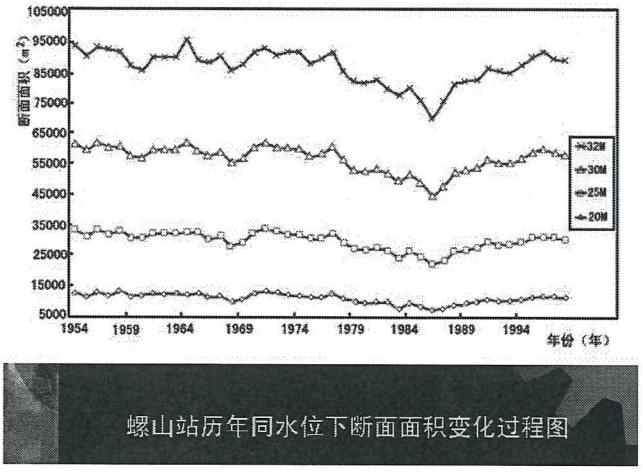
[断面面積と水位との関係]

土砂堆積の影響についてです。中・下流地域の平均値は比較的安定していましたが、ダム建設や河川のルート変更により変化がみられました。例えば、城陵磯と漢口間のルート変更により1970～1976 年および 1981～1986 年の期間に土砂堆積が著しく増加しました。しかし、1998 年には 1954 年当時の状況に回復し、断面積の差はわずか 2%となりました。



[断面形状の経年変化]

図の横軸は基点からの距離、縦軸は水位です。堆積の著しかった 1983 年を反映して 1986 年に河床標高が最大となり、1995 年にはもとに戻りほぼ 1954 年と同じになっています。



[水位ごとの断面積の経年変化]

図は、各水位における断面積です。各水位における河床断面積の経年変化を表しています。1986 年に断面積が減少していますが、1998 年には 1954 年と同程度に回復しています。



表12　长江中游主要控制站1954年、1998年最高水位还原计算成果表

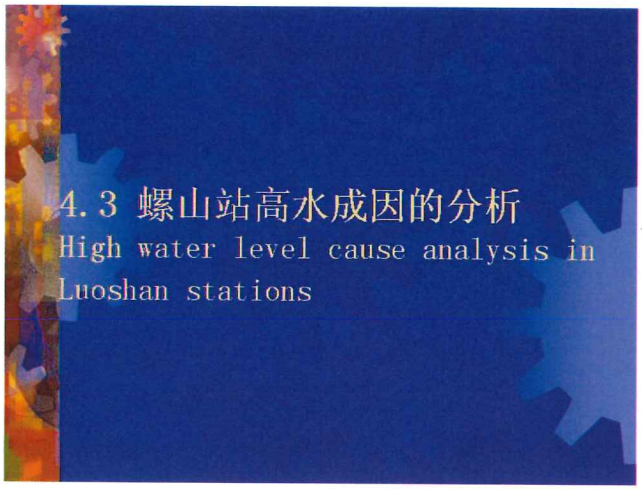
项　目		沙市站水位（m）	螺山站水位（m）	汉口站水位（m）
1954年	还原	46.00~46.20	36.10 ~36.30	31.60 ~ 31.90
	实测	44.67	33.17	29.73
1998年	还原	45.60 ~ 45.80	35.50 ~ 35.70	30.00 ~ 30.30
	实测	45.22	34.95	29.43

[仮想水位の計算による分析]

1998 年の洪水流量は多くの観測所で 1954 年より少なかった一方で、水位は高かったという特徴があります。主要因としては、破堤による水の分派が考えられます。そこで、そのような破堤が無かった場合の仮想水位をシミュレーションにより求めました。用いたモデルは、デンマークの MIKE11 モデルです。その結果、仮想水位としては、1954 年の方が高かったことがわかりました。

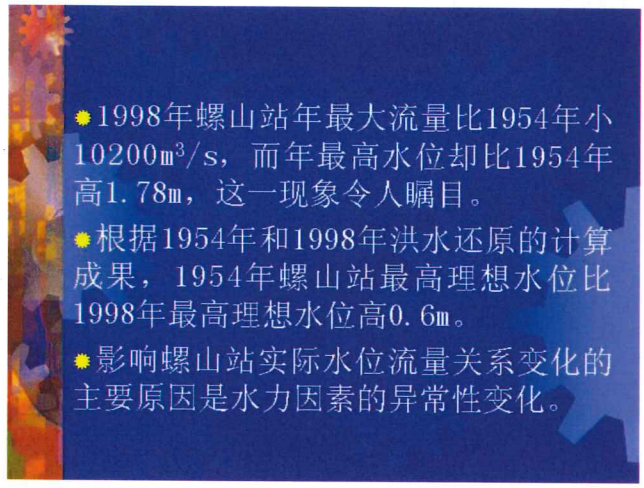
[仮想水位と実測水位の比較]

長江中流の主要観測所における 1954 年と 1998 年の最高水位の実測値（下段）と理想水位（計算値）の値を（上段）示します。3 観測所ともに、1954 年の仮想水位が高いことがわかります。漢口観測所の場合、上流にコントロール能力の高いダムがあったために、このような値となっていますが、ダムが無かったら、より高い値となるものと予想されます。



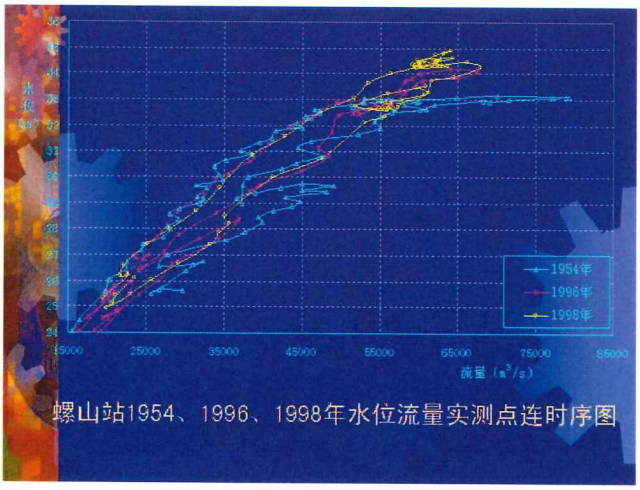
[螺山観測所における高水位の要因]

螺山流量観測所において水位が高かった要因を分析しました。



[高水位を形成する水理条件]

1998 年の螺山における最大流量は、1954 年と比べて 10,200m^3／s 少なかったのですが、最高水位は 1954 年より 1.78m 高くなっています。本地域は長江流域の最も危険な地域で、中央政府も大変な興味を持っています。表 12（p.33）に示したように、実測値では、1954 年は 1998 年より 0.6m 高くなっています。螺山観測所における水位の状態には、水理条件の異常変化が影響しているものと予想されます。



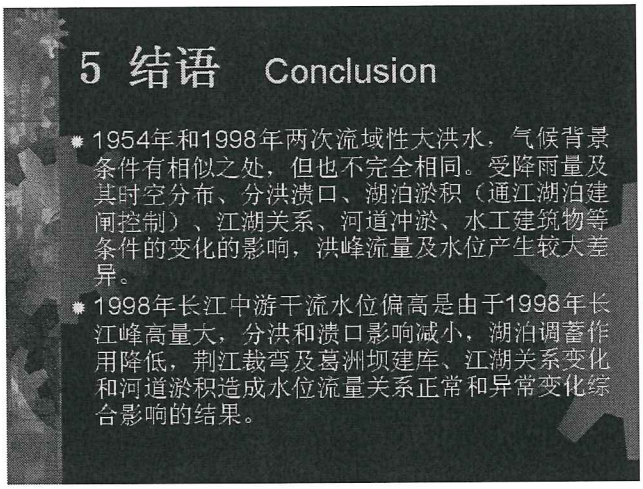
[H-Q カーブによる分析]

青い線が、1954 年の H-Q カーブです。流量が大きいところで水位が変化しないことがわかります。その原因は、下流に破堤場所があったために、流量が増加しても水位が上昇しないことにあります。一方、黄色の線が 1998 年の H-Q カーブですが、1998 年は 3 月に洪水のピークが 3 回あり、バックウォーターの影響により、流量が大きいところでの水位の異常な上昇が見られます。



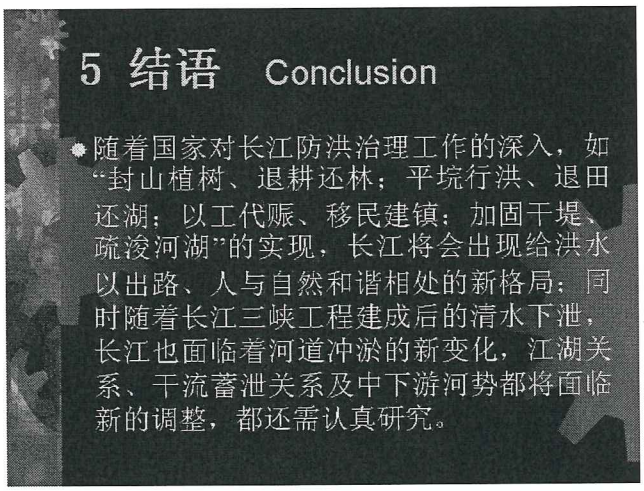
[比較結果]

1954 年以後は干拓等人間活動による影響があり、貯水能力の低下や局部的土砂堆積量の変化等により、1998 年の水位は上昇したと考えられます。政府はこの地域に対し、0.5m の余裕高を設けました。



[結論 1]

1998 年と 1954 年の 2 回の洪水は、気候条件は類似してはいましたが、全く同じとは言えません。降雨の空間的時間的分布、洪水の分派、土砂の堆積、構造物などが影響を与えるために、ピーク時の流量が大きく異なります。1998 年の主流における水位が高いということは、その年の洪水量が多く、分派・決壊、ダムの影響など、いろいろな要因が水位に影響を与えていると言えます。



[結論 2]

中国政府としては、これに対して、様々な対策をとっています。例えば、山への植林、耕地を湖に戻す、などです。また、三峡ダムができると、下流への影響も変化するでしょう。特に、土砂堆積に大きな変化が見られることが予測されるため、これへの対策も必要でしょう。

2.3『1998 年洪水の被害状況（水没区域、破堤地点、死傷者数、影響された人数、経済損失、主要洪水による被害との比較)』（向立雲）

中国洪泛平原概况

面积占国土面积的比例为9%；

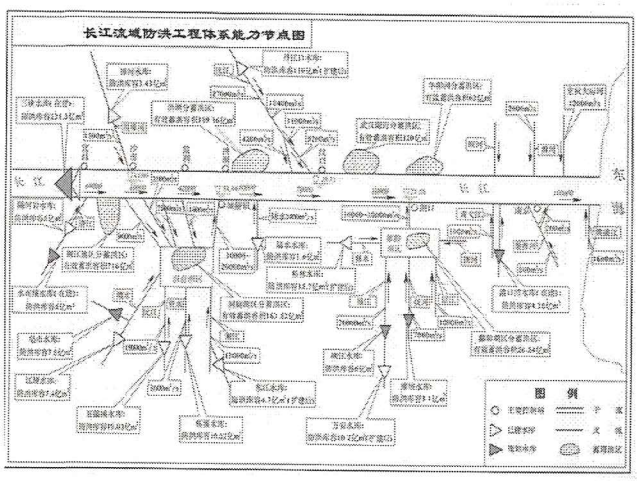
人口占总人口的比例近50%；

GDP占全国GDP的比例约70%；

因此，保护江河流域中下游洪泛平原、减轻洪水灾害损失和影响是中国防洪的重点。

[概況]

中国における洪積平野は、国土面積の 9%を占め、日本における 10%と類似しています。洪積平野への居住人口は全人口の約 5 割程度であり、GDP は全 GDP の約 7 割を占めています。この値は、日本のそれとほぼ同じであります。また、洪積平野に居住する人口は、中国における重要な役割を果たしているため、洪水被害を軽減することは重要な課題であります。



[長江中下流における洪水防止体系]

この図は、長江中下流における洪水防止体系です。最上流の△は、三峡ダムです。中流から湖の出口まで、そして湖の出口から河口までが重要です。洞庭湖、螺山、といった地域が洪水防止の要となります。この地域においてはダム、遊水地などが沢山作られています。また、国の投資により 1 級、2 級の堤防が作られています。

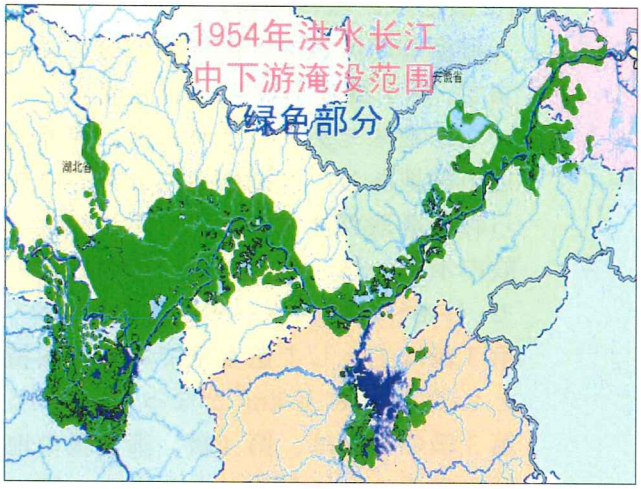
洪水风险频率区划——长江流域

- 第1级风险区：实际防洪能力在10年一遇洪水以下（洲滩民垸和湖区规划外的圩垸）
- 第2级风险区：普通民垸和低标准蓄滞洪区，多为农业地区，防洪能力大致为10～20年一遇
- 第3级风险区：蓄滞洪区，总面积约1.18万km²
- 第4级风险区：确保垸和省级重点保护区（大致为II级堤防保护范围）
- 第5级风险区：国家级防洪保护区（大致为Ⅰ级堤防保护区及重要城市）

[氾濫危険区域の分類]

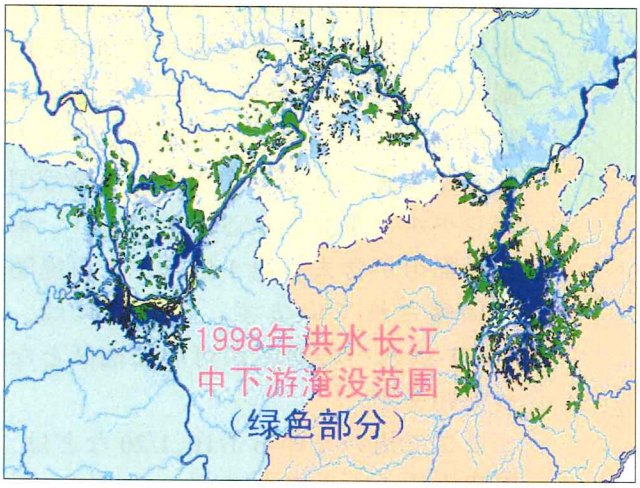
氾濫危険区域を5階級に区分しています。第1級は1/10洪水にも対応していない地区であり、これには、河原周辺の農地あるいは湖周辺に計画外に作られた農地が含まれます。第2級は一般の水田・畑、能力の低い遊水地などで、1/10～1/20洪水への対応地区です。第3級は主として遊水地であり、面積としては1.18万km^2となっています。第3級の役割は、第4級、第5級の地区を守ることに目的があります。第4級は、洞庭湖・鄱陽湖などの周辺地区、省レベルの重点保護地域です。洞庭湖、鄱陽湖の周辺に堤防で囲った地域が11地区ずつあります。第2級レベルの堤防で保護されています。第5級は国家レベルで重要となる地区であり、重要な都市が含まれ第1級レベルの堤防で保護されています。この地区は、1/100洪水への対応が可能な地区となっています。

ここで用いている1/10、1/20などは、仮想水位のもとでの確率を指しています.



[1954 年の水没地域]

1954 年における洪水時に水没した地域を、図中の緑色で示しています。



[1998 年の水没地域]

同様に、1998 年における洪水時に水没した地域を緑で示します。

长江流域典型洪水灾害情况统计表

洪水年份	洪水区域	洪水量级（～年一遇）	受灾面积（hm^2）	死亡人数	经济损失(亿元,当年价)
1870.7	长江上中游	近800年最大	～3,000,000	-	-
1931.6～8	长江流域	(全江性洪水)	3,773,000	145,400	13.8(银圆)
1935.7	长江中游	15～100	1,509,000	142,000	-
1954.5～7	长江流域	(全江性洪水)	3,170,000	33,000	～100
1981.7	长江上游	20～100	874,000	888	>20
1991.5～9	长江下游	超历史最高水位	769,000	127	114
1998.7～8	长江流域	超历史最高水位	6,520,000	2292	1345

资料来源：国家防办，南京水文所，《中国大洪水》
李宪文等，《1998年洪水100问》

[過去の洪水被害概要]

前世紀における洪水も含めた過去 2 世紀において発生した洪水の規模を示します。ここで、19 世紀の洪水も一つ含めているのは、過去 800 年ぐらいでも最大の洪水だったからです。三峡近くの宜昌近くにおいては、11 万 m^3/s でありました。一方、20 世紀の水害で一番大きいものでは、8 万 m^3/s でした。午前中の王義成先生からもありましたように、洪水にはいろいろなタイプがありますが、20 世紀に発生した洪水の中で一番大きな洪水は 1954 年のものでした。1931 年と 1998 年の洪水も全流域的な洪水でした。これに対して、1935 年は中流、1981 年は上流、1991 年は下流における洪水でした。

先ほど示しました水没地域の図からは、1954 年の方が被害が大きいように見えますが、この表からは被災面積は 1998 年の方が大きくなっています。この要因は後ほど述べます。1954 年の死亡者は 3 万 3 千人、1998 年は 2 千人ちょっとでした。最後の列が経済的な損失ですが、それぞれ当時のレートで計算したものであり、1931 年は当時流通していた通貨による計算値です。

长江流域'54与'98洪水灾害损失比较

洪水年份	项目	受灾人口(万人)	受灾农作物(万hm²)	倒塌房屋(万间)	死亡人口(人)	经济损失(亿元)
1954年	①水灾	1888	317	427.66	33169	100
	②泛滥洪水		167			
	②/①(%)		52.6			
1998年	①水灾	8411	650	329	2292	1345
	②泛滥洪水	406	32	129	241	194
	②/①(%)	4.8	4.9	39.2	10.5	14.4

资料来源：国家防办，南京水文所，《中国大洪水》
李宪文等，《1998年洪水100问》

1998年长江中下游圩垸溃决统计

省份	合计				其中：万亩以上圩垸			
	溃垸(个)	总面积(万hm²)	耕地(万hm²)	人口(万人)	溃垸(个)	总面积(万hm²)	耕地(万hm²)	人口(万人)
湖北	141	11.9	7.5	45.1	17	10.0	6.0	36.3
湖南	143	4.3	2.5	36.6	8	3.0	1.6	18.8
江西	1359		11.8	135.3	23		4.2	37.5
安徽	332	2.8	2.1	14.6	9	1.0	0.5	2.1
合计	1975		23.9	231.6	57		12.3	94.7

资料来源：长江水利委员会，《1998年大洪水》

[被害損失の詳細な内訳]

1954年の被災者の人口は1888万人、一方、1998年は8411万人でした。1954年の場合には洪水氾濫による被災人口はわかりません。一方、1998年の場合には、406万人であり、全被災人口に占める割合は4.8%と高くありません。農作物被害は、1954年で317万km^2であったのに対して、1998年には650万km^2と倍増しています。そのうち氾濫による被害面積は1954年の場合には167万km^2であり52.6%を占めているのに対して、32万km^2で4.9%となっています。1998年の特徴としては、鉄砲水のようなことが原因となる被害が増加しているということが挙げられます。

[堤防の決壊による被害]

1998年洪水時には、トータル1975カ所で決壊し、24万haの耕地面積が被害を受けています。中でも1万ム(約667ha：1ムは1/15ha)を超える大規模な決壊は、17カ所で生じています。耕地面積で見ると、その50%以上がこの大きな決壊により被害を受けており、人口で見ても40%程度が被害を受けています。大規模な決壊は、大きな被害を引き起こすことになることがわかります。

主要溃垸情况

垸名	面积（万hm^2）	人口（万人）	溃垸时间	溃决原因
湖南安造垸	2.05	17.53	7月24日22时	砂基管涌
湖北孟溪垸	3.40	15.65	8月7日1时	堤基管涌
湖北合镇垸	1.59	5.38	8月1日20时	砂基管涌
湖南澧南垸	0.32	3.03	7月23日14时	漫堤
湖南西官垸	0.70	3.89	7月24日10时	漫堤

资料来源：长江水利委员会，《1998年大洪水》

[主要な堤防における決壊状況]

中下流域の主要な4省（湖北省、湖南省、江西省、安徽省）における堤防の決壊ヶ所と被災状況を示します。安造は重要な地域ですが、この決壊は、遊水地をあまり利用していなかったことが主要な要因であると考えられます。このように遊水地を有効に利用できなかったことは大きな要因だと思われます。

长江水灾损失分析

1、造成长江流域损失的洪水类型有三类：山洪(Flash Flood)、平原河道洪水(Alluvial Flood)和内涝(Waterlogging)。

2、山洪年均受灾面积约15万hm^2，单位面积损失（2000年价格）约为1.3万元/hm^2，年均损失在20亿元上下。

3、长江流域年均因涝致灾面积约为67万hm^2，据1998年灾情统计，单位面积涝灾损失约1.9万元/hm^2，年均损失约为127亿元。

长江水灾损失分析（续一）

4、三峡水库建成前，长江中下游平原河道洪水年均淹没面积约为4.1万hm^2，根据1998年统计资料，折合到2000年价格，单位面积损失约7.5万元/hm^2，年均损失为31亿元。

2009年三峡水库建成发挥防洪作用后，长江中下游河道洪水淹没面积减少到1.8万hm^2，考虑到经济发展和资产密度的增加，粗略估计2010年和2020年的年均损失分别为17亿元和23亿元（2000年价格）

[決壊の主要な要因と損失分析]

一つ目の要因は、パイピング、そしてもう一つは越流です。被害には、山間部の洪水、平野地帯の氾濫、冠水の3種類があります。山間部の洪水による被害面積は、年平均で15万haであり、被害額は1.3万元/ha（2000年の物価）ですので、年損失は20億元となります。また、冠水被害面積は67万haほどあり、被害額は1.9万元/haですので、年損失は127億元となります。

[水害損失の分析（つづき）]

三峡ダムが完成するまでの長江氾濫による水没面積は、4.1万km^2で、7.5万元/km^2ですので年損失は31億元になる見込みです。2009年に三峡ダムが完成すると、氾濫による水没面積は1.8km^2となる見込みです。この地域の経済発展、資産密度の増加を考慮して損失額を算定すると、2010年および2020年における洪水による損失予想額は、17億元、23億元となります。

1998年洪水時の特徴は、冠水による損失が非常に大きかったことです。主要な要因は以下の3点です。

第1点は、洞庭湖などの水面面積が減少した理由は農地造成によるものですが、このような地域はもともと水没しやすい地域であるという点です。また都市化が著しいことも冠水による被害が増加していることの原因となります。最後に、内水排除と外水排除との間に矛盾があり、洪水時に内水排除が禁止されてしまうという問題があります。したがって、特に中国南部における冠水による水害の占める割合が高くなっています。

1. 社会影响——死亡人数和流离失所

因防洪能力、居住条件、预报警报技术、紧急救援、经济实力、卫生条件、社会援助、灾后恢复重建等方面的改善，洪水死亡和流离失所人数大幅度减少。

2. 洪水灾害经济损失构成的变化

农业 → 工业、城市、交通、网络

建筑物 → 建筑物内部财产

农作物损失构成的变化

3. 间接损失的比例增加

网络化社会的形成，经济单元间的依赖性增加→间接损失增加

4. 防洪工程的损失增加

防洪工程体系庞大，水毁工程多，水毁工程损失有时占水灾总损失的10%以上

5. 工程失事的附加损失增加

6. 城市地区水灾损失呈增长趋势

7. 洪灾与涝灾损失的变化

防洪工程的建设，使洪水淹没范围大幅度缩小。而据近来统计涝灾面积呈增长趋势。占水灾总损失的比例：洪灾 ，涝灾 。

[洪水被害特性の変化]

1.洪水の社会的な影響

社会的影響は、死亡人口および家を失った人の数で評価することができるかと思います。中国では予報技術の発展、救助体制、経済的補助、などの社会的な対策をとることで、死亡人口は大幅に減少しました。近い将来には、洪水による死亡者数は100人ぐらいにすることができるかと思います。家を失う人の数はほとんどなくなってきています。もし家を失った場合には、仮設住宅を建築し、なるべく早い時期にもとの居住地に戻れるような措置をしています。

2.経済的損失

以前は農業国であったために農作物への被害が多かったものが、近年では都市、交通、道路などへの被害が増加しています。また、農作物の作付け体系が1毛作から2毛作になったため、被害は減少してきています。

3.間接的な損失

経済的な依存関係が密になってきているために、被害の間接的な影響があるものと考えられます。

4.工事費の増大

洪水に対処するための様々な工事を行っているため、被害後の構造物の再建費がかさみ、時には被害損失の10%に及ぶ場合もあります。

5.工事に伴う付加的な被害

6.都市域の都市部の水害損失の増大

7.洪水被害と冠水被害の変化

1950年代、60年代における被害は、河川の氾濫による被害が主たるものでした。その後、大規模な工事を行うことにより、氾濫被害が減少する一方で、冠水による被害が増加してきています。

主要结论

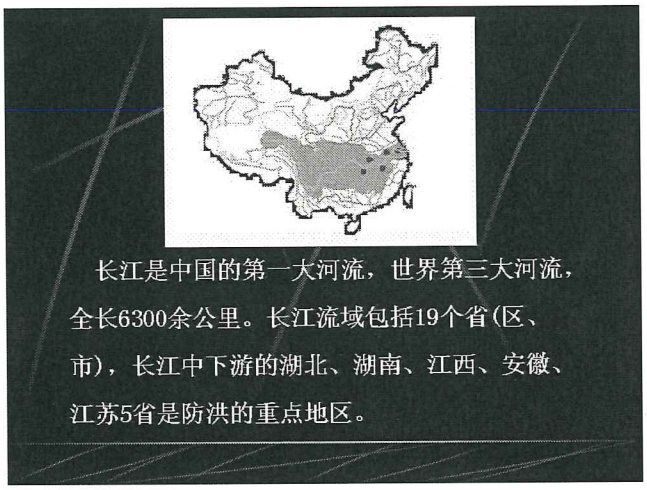
- 构成江河中下游平原河道泛滥洪水损失的主体部分是1、2级洪水风险区
- 内涝损失约占水灾总损失的2/3
- 山洪造成的死亡人数约占水灾死亡人数的2/3
- 长江流域水灾年均期望损失约为170亿元，其中内涝损失、平原河道泛滥损失和山洪损失分别在120亿元、30亿元和20亿元左右

[主要な結論]

中下流域の河道氾濫にさらされる地域は、1級・2級の堤防がある地域です。水害による損失を内水被害と外水被害とにわけると、90年代では2/3が内水、1/3が外水であり、上流の山間部の洪水による死亡者数は、全死亡者の2/3に相当します。被害損失額は、内水による被害額は120億元、外水による被害額が30億元、そして山間部の洪水による被害額が20億元でした。

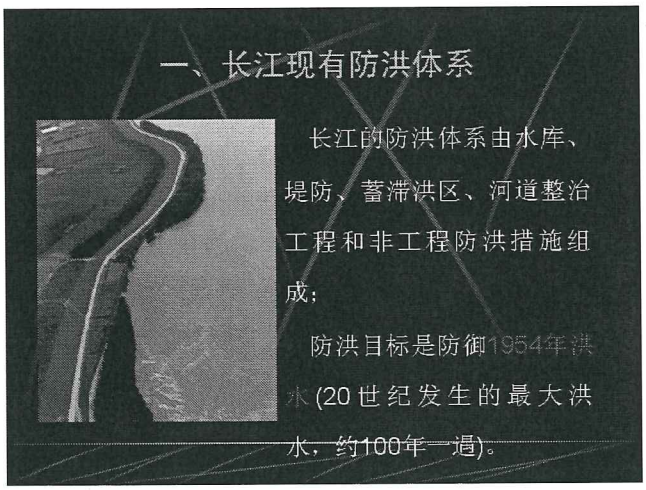
2.4『長江の防洪体制（洪水管理、洪水予報・警報、長江と洞庭湖、鄱陽湖、遊水地等との関係、1998 年洪水管理、危機管理上の問題点、1998 年洪水による中国洪水管理政策への影響）』（王翔）

1.現在の洪水防御体制



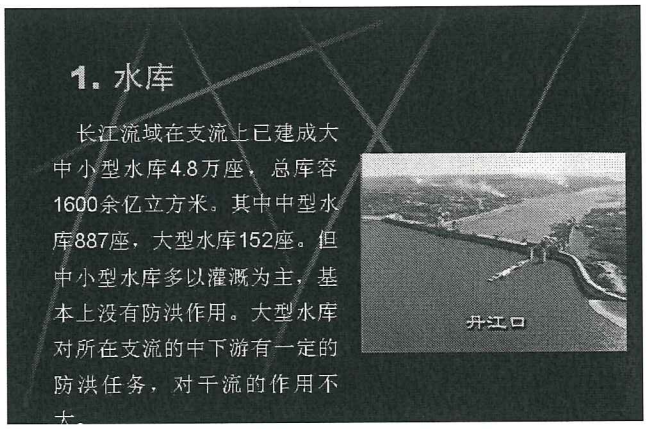
[流域概要]

長江は中国最大の河川で、世界でも 3 番目に長い河川となっています。長江流域は 19 の省にまたがっており、特に中下流域の湖北省、湖南省、江西省、安徽省、江蘇省の 5 省が重点地区となっています。



[洪水防止体制]

現在の洪水防止体制は、ダム、堤防、遊水地、河道整備、工事以外の対策からなります。設定目標は 1954 年における洪水時のレベルであり、100 年に一度の洪水に相当します。



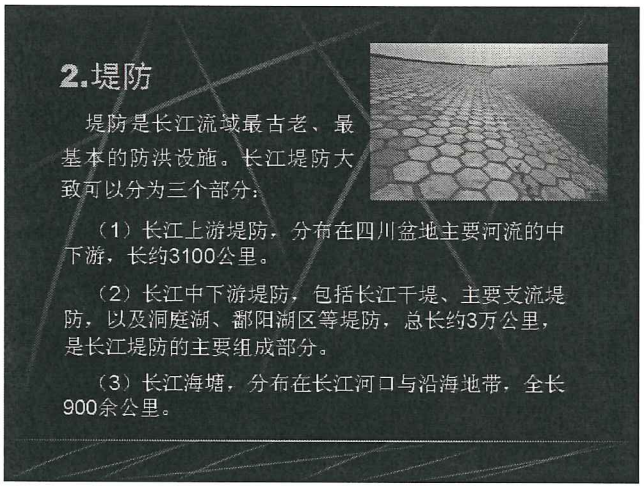
[流域のダム]

長江流域には、大中小のダムがトータル 48,000 基あり総貯水容量は 1,600 億 m^3 を超えています。そのうち中型のダムが 887 基、大型のダムが 152 基となっています。大型のダムは主として支流の中下流域における治水に寄与するものであり、中・小型のダムは灌漑が主目的のダムとなっています。



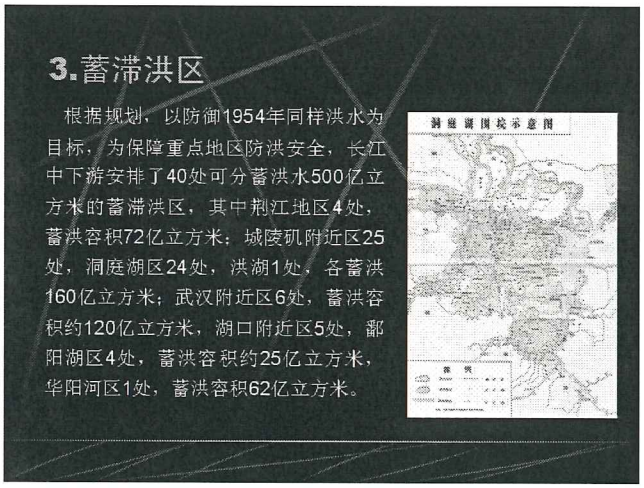
[三峡ダム]

一方、長江の主流において洪水防止に大きな役割を果たすのが、三峡ダムです。三峡ダムの建設は 1994 年から着工がはじまり、昨年すでに囲いの堰で水を止め発電が始まっています。完成予定は 2009 年であり、221.5 億 m^3 の貯水容量を持つことになります。



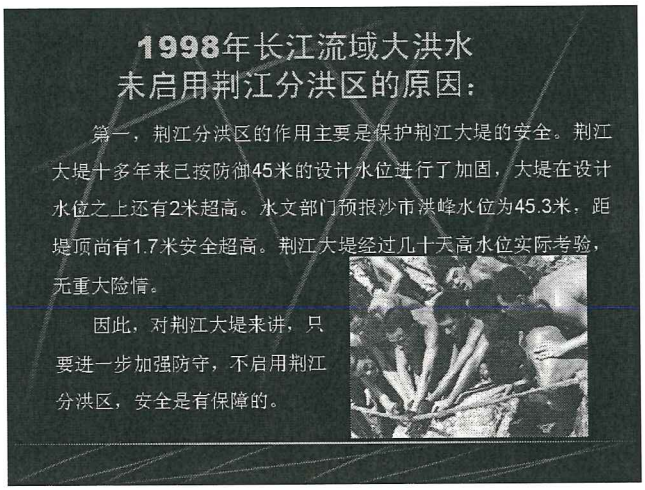
[堤防]

堤防は中国において最も古く基本的な洪水防止のための施設です。長江の堤防は、大きく 3 つに分かれます。まず、上流域の堤防であり、主として四川盆地周辺に分布します。その長さは 3,100km となります。しかしこの堤防の範囲は長くはありません。次に、中下流域の堤防は主として主流、主要な支流、洞庭湖・鄱陽湖周辺に分布します。その長さは 30,000km となります。そして、長江河口部の堤防の長さは 900km となります。写真は、長江主流の堤防です。



[遊水地]

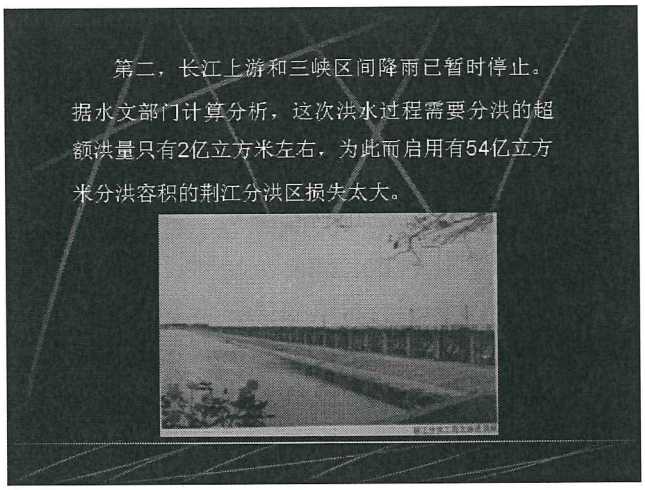
1954 年と同等の洪水を想定して、40 カ所に遊水地が造られています。遊水地に貯留できる容量は 500 億 m^3 程度です。荊江地域に 4 カ所、城陵磯付近に 25 カ所、武漢付近に 6 カ所、湖口付近に 5 カ所あります。これらの地域に、680 万人が居住しています。1998 年に中国政府は洪水防止法を通し、遊水地における人口の移動・増加は規制されています。同時に、住民の移動を進めています。



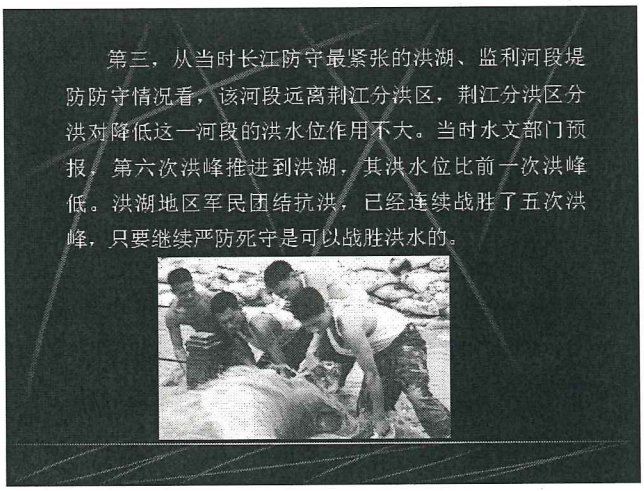
[荆江遊水地]

荊江遊水地には 50 万余りの人口があり、洪水時には 33 万人が移動する必要があります。1998 年当時、中国政府は移動の準備を進めていましたが、最終的には用いないと判断しました。その理由は以下の 3 点です。

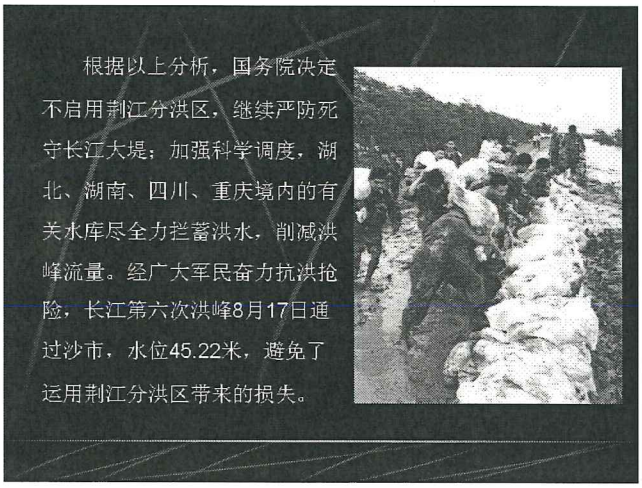
第 1 に、計画高 45m、余裕高 2m の堤防において、実際の水位は 45.3m で、1.7m の余裕があったことがあります。



第 2 に、長江上流と三峡との間で 1 度雨が停止したことがあります。この情報にもとづいて予測計算をしてみたところ、分流する必要のある流量は 2 億 m^3 であると算定され、54 億 m^3 も持つ荊江遊水地を用いることは無駄であると判断したからです。写真は荊江遊水地であり、54 のゲートがあり 1,054m の幅があります。このゲートを開けた時に流れる流量は 8,000m^3/s あり、利根川の流量に匹敵します。



第 3 に、1998 年の洪水において最も緊張した状況にあったのは、洪湖および監利の 2 カ所でした。これらの 2 カ所は、荊江からは離れていたために、荊江による緩和の役割はあまり高くはないものと見込まれました。また、6 回目のピークは 5 回目のピークより低いと見込まれ、洪湖地区の人々が 5 回目のピークにまで対応した経験を持って 6 回目のピークにも対応できると判断しました。

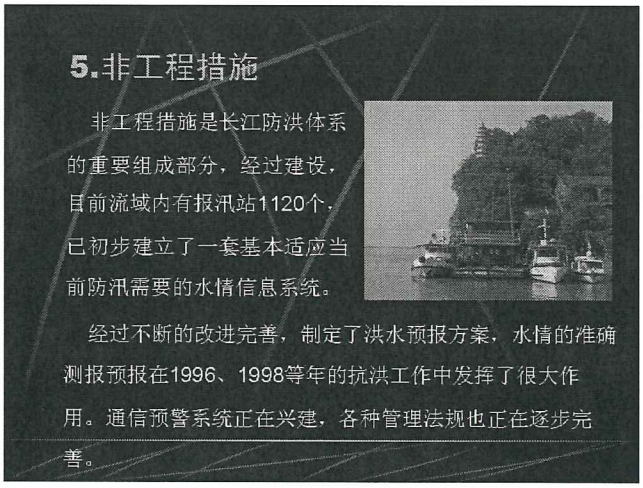


以上の分析から、政府は荊江遊水地を用いないと判断しました。その結果、第 6 のピークは沙市を 8/17 に通過し、水位は 45.22m でした。また、九江の決壊はこれとは関係がありません。九江の決壊は、8/7 であり、地元の人間の対応ミスにより引き起こされたものでありました。この写真は、最も緊迫していた洪湖地域の様子です。



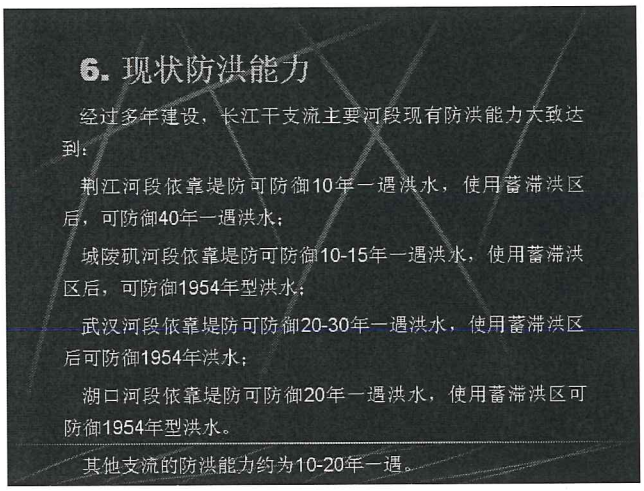
[河道]

河道の流下能力を向上させる対策を講じた結果、荊江で 60,000～68,000m^3/s、荊江下流で 50,000m^3/s、城陵磯から漢口までの区間で 60,000m^3/s、漢口から湖口までが 70,000m^3/s、そして湖口より下流が 80,000m^3/s です。写真は、武漢の長江大橋の様子を示します。長江大橋の向かいに武漢市がありますが、ここは 1/100 の洪水に対応しています。



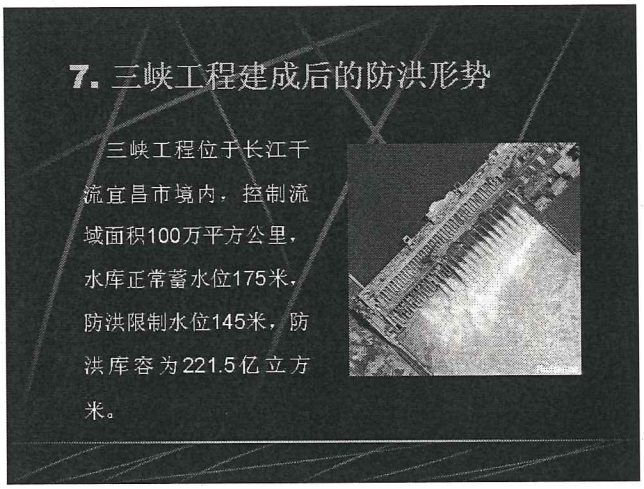
[非構造物的対策]

工事以外の対応は洪水防止の上で重要であり、今までに流域内に 1,120 の情報ステーションが設けられ基本的な防災情報を提供するシステムができあがっています。情報ステーションでは、洪水予報の方法や水文予報システムに関して改良がなされ、また通信システム（警報システム）、および関連する法規も現在構築中です。



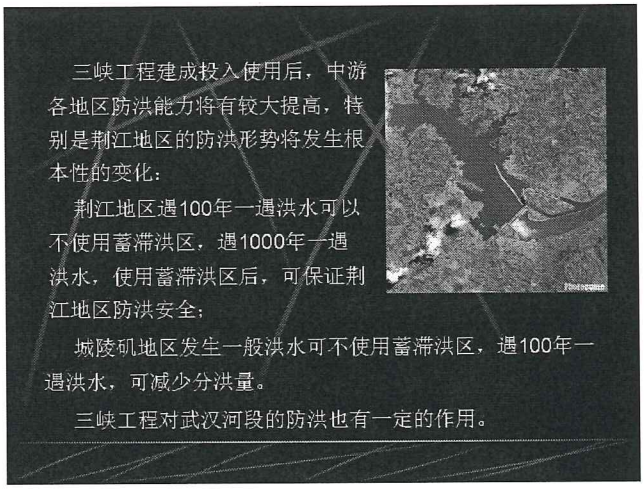
[現時点の洪水防止能力]

現状での洪水防止能力は、荊江では堤防のみだと 1/10 洪水に対応可能であり、遊水地を用いると 1/40 洪水に対応可能です。また、城陵磯周辺では、堤防のみで 1/10～1/15、遊水地を用いると 1954 年の洪水レベルに対応できます。なお、流域が大きく複雑なため流域ごとに異なった災害基準を設けています。武漢では堤防のみで 1/20～1/30、遊水地を用いて 1954 年の洪水レベルに対応可能です。その他の支流では 1/10～1/20 程度の洪水に対応しています。



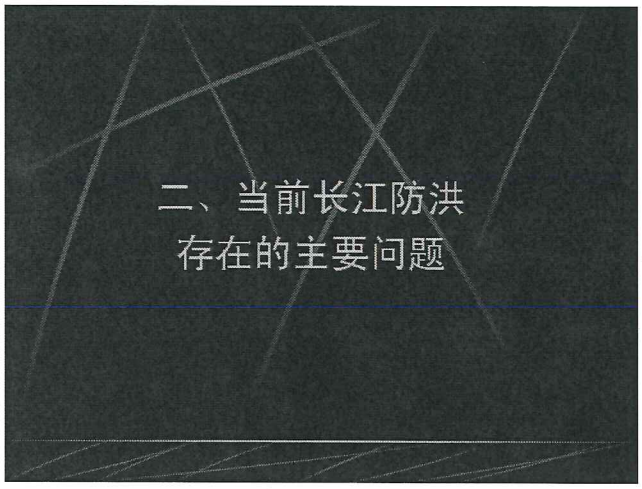
[三峡ダム]

三峡ダムは長江主流の宜昌市内に存在するダムであり、調節する流域面積は 100 万 km^2、正常水位は 175m、洪水防止のための制限水位は 145m、治水容量は 221.5 億 m^3 です。



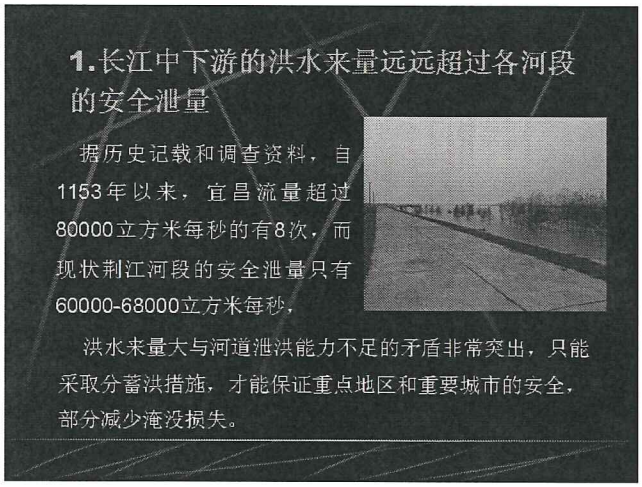
[三峡ダムの完成後]

三峡ダムが出来れば、中流地域の洪水防止機能は顕著な強化がなされ、荊江遊水地とあわせると、1/1000 の洪水に耐えられることになります。ただ、三峡ダムの働きは下流へいくとその効果は落ちますが、武漢に対してもある程度の効果はあります。



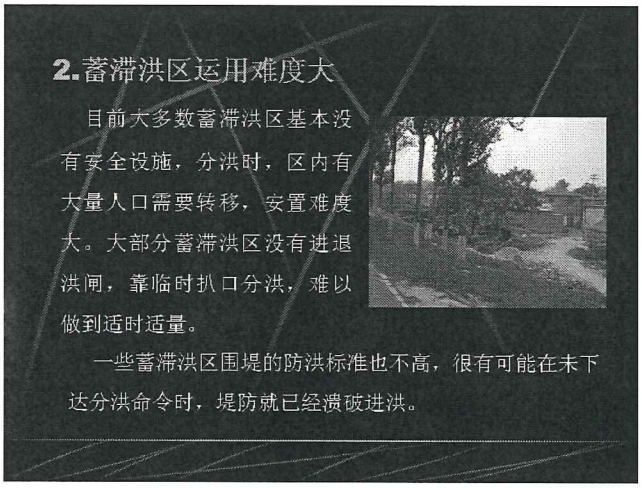
[洪水防御体制の問題点]

現在の洪水防御体制の問題を整理します。



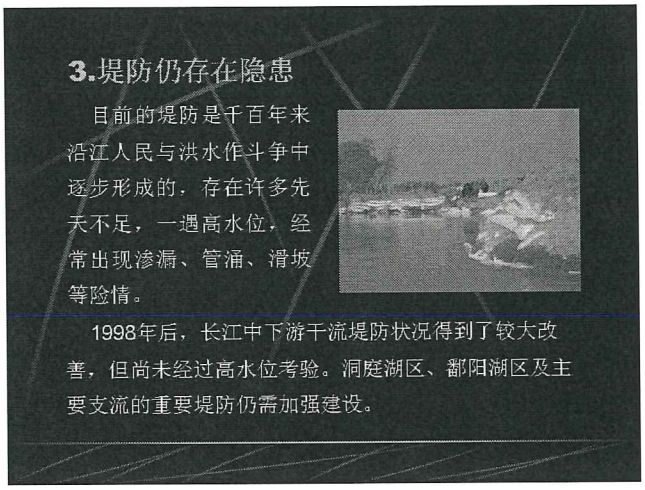
[長江の流下能力]

第 1 点に、長江の中下流域における洪水流量は、長江の各区域の流下能力を超えているという問題があります。古文書などの記載や様々な資料によりますと、1153 年以来、宜昌周辺の流量で、80,000 ㎥を超えているのは 8 回ありました。荊江における流下能力は 60,000-68,000 ㎥です。このような問題に対しては、水の分派をなるべくする必要があるものと考えます。この写真は、1998 年以後に改修した堤防です。堤防はコンクリートで作り、道路としても利用しています。



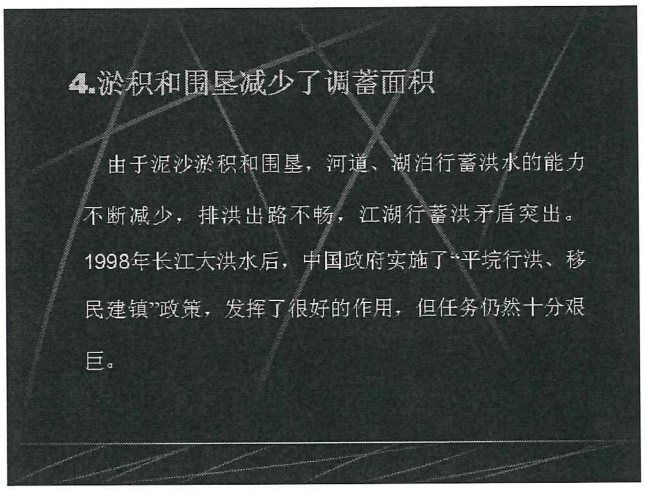
[遊水地の運用問題]

現在 98 ヶ所の遊水地に 1,800 万人が居住しています。1998 年洪水後、2000 年に補償基準を作成しました。農地・森林・水産物に対して補償措置をとることにしています。ただし工業については補償をとりません。補償金額は損失額の 40～70%ということになっています。実際に、洞庭湖地区の 1 ヶ所で行いました。事前に説明し財産登録をし、中央政府 70%、省 30%の負担で補償しました。水害の後に行った調査でも、住民の評価は高いものでした。



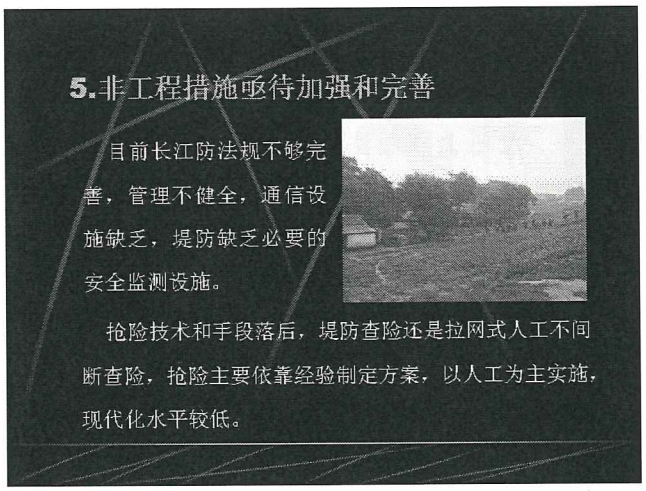
[堤防の問題点]

現在の堤防は千年来、人々が洪水と戦いながら徐々作ってきたもので、問題点もあります。水位が高くなると、水漏れ、地滑り、パイピングなどの問題が生じます。1998年洪水後には、改善を行いましたが、まだまだ問題はあります。



[遊水地面積の減少]

土砂堆積、干拓によって河川、遊水地、湖沼による貯水容量が減少しています。1998年洪水後には、政府としての対策を行ってきました。例えば、土手を崩して水を分派させたり、住民独自の築堤によって狭くなっていた遊水地を、堤防を除去して遊水地に戻したり、遊水地内の住民を安全な場所へ移住させたりなどをしましたが、まだまだ課題は多く残っています。



[非構造的対策]

工事以外の対策強化としましては、洪水防止法規の充実、通信設備の整備、堤防のチェック法の確立も必要です。また、救助技術も遅れています。写真は洪水時に、住民が並んでチェックをしている様子です。技術レベルは低いのですが、マンパワーを借りることによって、多くの災害を未然に防ぐことができました。

三、中国防洪策略

1998年长江大洪水后，中国政府和主管部门对防洪进行了深刻的反思。未来中国的防洪思路是，按照科学的发展观，实现由控制洪水向洪水管理的转变。理性协调人与洪水的关系，承担适度风险，规范洪水调控行为，合理地利用洪水资源以满足经济社会可持续发展需要。主要采取以下对策：

[洪水防止政策]

中国の国策として、洪水防止から洪水管理へと考え方が変わってきました。また洪水資源を有効に活用できる体制をつくっていくことで、経済の持続的発展に寄与することができたらと考えています。

1.建立标准适度功能合理的防洪工程体系

今后将从中国的实际出发，选择有风险的洪水管理模式。建立适度的防洪工程标准体系，科学确定防御对象的防洪标准。防洪标准既不能无限提高，防御所有发生的洪水，也不能太低，频繁遭受洪涝灾害的侵袭。

防洪标准要与国家与地方的财政承受能力、遭受灾害以后的社会经济影响以及灾后重建的恢复能力等相适应。

同时还要考虑防洪工程对自然和生态环境的影响，合理确定功能。

[合理的な洪水防止工事の構築]

科学的な根拠に裏付けられた基準作成を行っていく必要があります。ここで基準を無制限にあげるのではなく、被害が軽減するものにしなくてはなりません。また、地方財政の許容範囲内で実行可能なものにする必要があります。さらに、自然と調和のとれたものにしなければなりません。

2.建立完善的社会保障体系

中国将从法律、行政法规、部门规章和技术标准四个层次上，抓紧制订立法和制度建设的计划，形成依法防洪的新格局。

要严格执法，加强执法检查，维护法律的权威性和严肃性，并根据情况适时对有关法律法规进行修订完善。



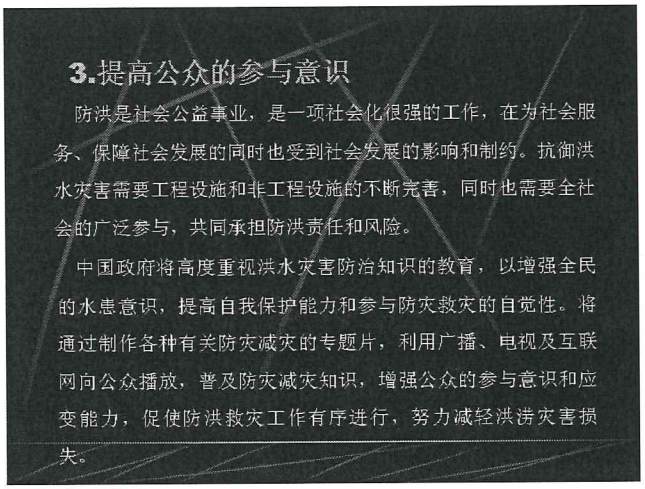
[社会補償体制確立]

法律、行政法規、省令といったレベルから法律を作り、洪水防止が可能となるような法整備をしていく必要もあります。法は厳正なものであり、かつ変更可能なものである必要があるでしょう。



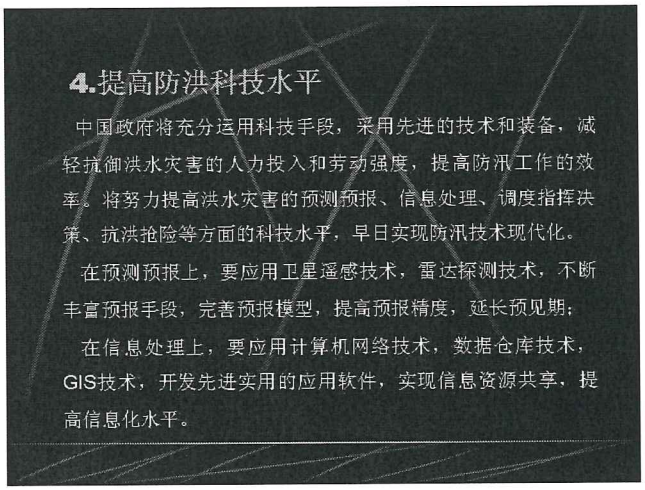
[指揮系統の整備]

洪水防止のための指揮系統を整備していき、一流の機関、技術による洪水管理をしていくように考えています。行政の責任者が責任をとるような責任制をとり、法律にもとづいた管理ができるようにして、責任分担を明確にしていきたいと考えています。



[参加意識の向上]

洪水防止事業は、公益性の高いものであり、社会のために奉仕しなければなりませんし、社会規範に制約を受ける場合もありますので、全員が参加して行っていく必要があります。中国政府は、この側面に関する知識の共有を重視しており、人々が自発的に参加してくれることを目指しています。TV、Web などで情報を発信しています。



[科学技術の向上]

先進的な科学技術の導入、設備の整備、労働負担の軽減などにより、予報・情報処理のレベルをあげることにより、指揮系統における意志決定を強化していきたいと考えています。予測に関しては、リモセンデータ、レーダー測定技術などを利用して、精度の高い予報モデルを作成していきたいと考えています。さらに、データベースの共有化もできるとよいと思います。

在调度指挥上，要运用现代化的通信传输手段，建立和完善异地会商系统，开发决策支持系统和智能化专家系统，提高调度指挥的科学性。

在抗洪抢险上，要研究应用机械化抢险堵口技术、电子化险情探测技术、数字化远程监控技术等，保证一旦出现险情，能及时有效进行抢护。

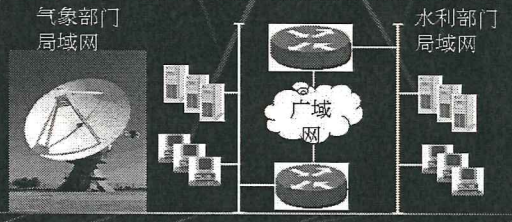
在洪水灾害评价上，要运用航测、遥感和模拟技术，制定洪水灾害评价指标体系和制度，对洪水的影响进行科学的评价。

[災害の評価技術]

指揮手段についても、インターネット利用で向上させる必要があります。救助を機械化し、洪水災害の評価指標をつくり、評価レベルを上げていきたいと考えています。

按照以上目标，实现技术现代化，要引进和应用国际上防汛领域的最新技术和科研成果，结合中国的实际，创造出有中国特色的防汛实用技术。

大力研究推广防汛新技术、新材料和先进技术设备，努力实现汛情监测预报、查险除险、灾情监测和抢险减灾手段现代化。

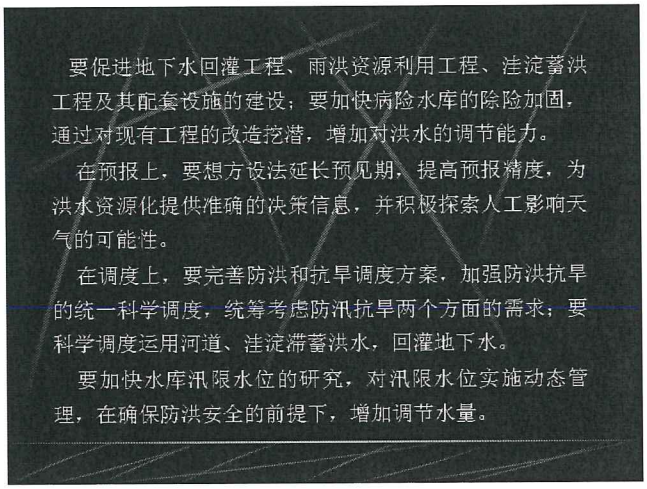


5.建立合理的洪水资源综合利用体系

中国不仅水资源短缺，而且时空分布不均，全国大部分地区降雨量的70%主要集中在汛期，甚至是汛期当中的几场洪水，且年际丰枯变化很大，容易形成非涝即旱、旱涝交替发生的局面。开发利用洪水资源，将洪水资源化是新时期防洪保安全、抗旱保供水、生态保良好的必然选择。实现洪水资源化，要采取工程、预报和调度等综合措施。

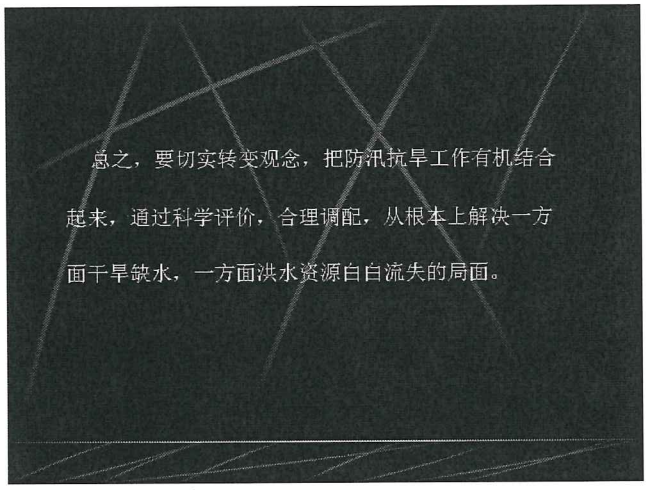
[洪水資源の総合的な利用]

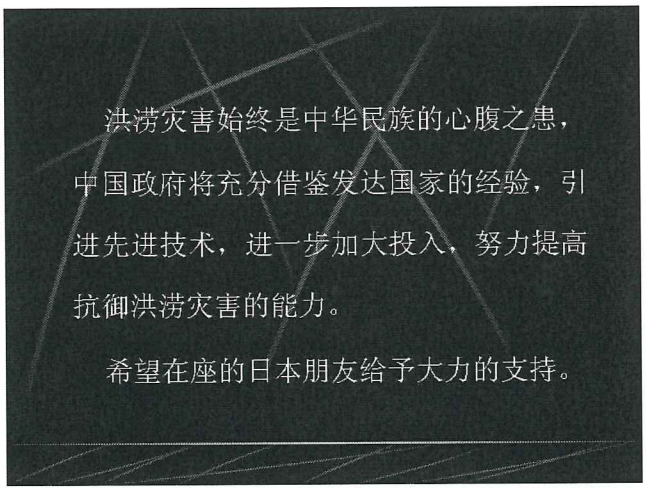
中国の水資源は時空間的な不均一性があり、中国全土の大部分においては、降雨の 70%が、洪水時に集中しています。したがって、洪水資源の総合的な利用方法を考えていく必要があり、そこでは生態系にもよい水利用の方法を考えなくてはなりません。



[地下水利用などその他の利用]

洪水資源を地下水涵養にすることで、水資源として利用していきたいと考えています。また雨水利用等も今後考えていく必要があります。





[おわりに]

中国の発展と洪水防止とは相互に関連がありますので、これからもこれらの事業を発展させていきたいと考えています。

3.質疑応答

3.質疑応答

3.1 王義成先生講演に対する質疑

Q. 洞庭湖の面積が減少した原因を教えてください。

A. 原因は二つあるかと思います。一つの要因は土砂堆積です。もう一つは、人口増加に伴い土地が不足したために、輪中堤により洞庭湖周辺に農地造成をしたことによるものと考えられます。

Q. 1998 年洪水時には 1954 年洪水時と同程度の規模の降雨であったのにも関わらず被害が小さかったことの主たる要因は、川の流下能力が向上したことにあるのですか？

A. それだけではありません。1954 年の洪水後にいろいろな工事を行ってきました。堤防の高さ・強度が違います。また、上流部に多くのダムを造りそれらのダムの調整機能がよかったこともあります。こういった工事により治水効果が向上したと言えるのではないかと思います。

Q. 南水北調事業により土壌水分や水蒸気の空間的分布が変化して、気候変動が起こるということがよく言われており、これによりさらに洪水が起こるかもしれないということも考えられるが、こういった研究は中国では行われているのでしょうか？

A. 南水北調はいろいろな問題が指摘され、これらが解明されないまま事業が進んでいます。特に、環境と生態に関わっている研究者からの反対が多くあります。しかし、一方で経済発展を最重要視しているために、環境と生態に関する研究を進めながら事業が進んでいると聞いています。

Q. 水利水電科学研究院でもそういう研究をしているのですか？

A. はい。しております。

Q. 洪水管理上の問題として、植林の話が出ていましたが、長江あるいは中国全体として水・土保全のための植林というのは、どのような位置づけになっているのでしょうか？また、どのような目的で行っているのでしょうか？

A. 目的は治水です。上流の方には多くの森林がありましたが、人口増加に伴い森林面積が少なくなりました。したがって、洪水発生の原因として森林の減少があるのではないかと言われていますので、中国政府は植林を促進するようにしています。

Q. 日本では、森林が洪水調節に寄与しているという緑のダム議論があるが、中国ではどうなのですか？

A. 中国も同じです。

Q. 別のセミナーで、中国では植林を生態系建設と呼んでいるということを聞いたことがあります。中国では生態系を保全するために植林を行っているというように考えていたのですが。

A. やはり立場により目的は異なってくると考えています。環境や生態系の専門家は生態系保全を目的とするでしょうが、水分野では治水が目的となります。

Q. 治水事業のお金を使って植林をしているのですか？

A. そうです。中国水利部のお金を使って植林をします。環境部門ですと、他の部署がお金を出して植林をしています。

Q. 全人代の可決した１６文字のスローガンがありますよね。田んぼを湖に戻しましょうとか、山に木を植えましょうとか、いうことを政府挙げて行っていると聞きますが、是非、量的にそれらの効果を教えてほしい。

A. 森林の効果に関しては、私の専門ではありません。王俊先生から報告があります。

A. 小規模の降水に対しては森林の効果が認められていますが、ただ大規模な降水では森林の効果はあまりないとされています。たとえば 1870 年の大洪水です。1870 年当時では、森林の被覆面積は 60～70%と大きかった。この時の洪水が 110,000m^3/s であったのに対して、1998 年の洪水時には 60,000m^3/s で、1870 年が倍近くあったことになります。ですから、中規模・大規模な降水に対しては効果があまりないと言えるかと考えています。こういった降雨の場合には、土壌が飽和状態になるためと考えられます。

A. 一つ補足しますと、中国の洪水ではピークが何度も来ます。前の 1 つや 2 つの降雨時に森林が飽和状態に達するということになるかと思います。

Q. 洪水法について教えてください。

A. 洪水法は中国ではまだ確立していません。

Q. 長江の平均流量というのは、どの地点での値なのでしょうか。

A. 主要な観測所があります。特に宜昌や武漢に近い場所にある漢口が基準地点となっています。流域が大きいので、一つの観測所を基準地点にするのには無理があるので、いくつかの地点の観測地を基準にするようにしています。特に、中下流部では数カ所の場所を基準地点として設定しています。

Q. 堤防の整備延長もかなりの距離に渡っていますが、中下流域に関しては連続的な堤防がほぼ完成していると見なしてもよいですか。

A. はい。

Q. 河川堤防に比較した周辺住宅の標高はどの程度になっているのでしょうか。地形条件を教えてください。

A. 地形状況を一概に言うことはむずかしいです。堤防はつい最近できたものではなく、昔から徐々にかさ上げされて築堤されてきたものです。したがって、堤防の強度に不安があります。

Q. 大きな破堤が無くなったとのことですが、土砂堆積との関係で言うと河床に土砂対堆積などが起こる可能性もあるかと思いますが、そういった現象は見られますか？

A. 長江は、黄河と比べると土砂量は少ないですが、それでも問題の一つです。特に三峡ダムができると下流の方では土砂量が減少するので河床標高が低下する一方で、上流部では土砂量が多くなることが考えられるので、対策を考えているところです。

3.2 王俊先生講演に対する質疑

Q. 螺山観測所はどこですか？

A. 洞庭湖と武漢の間です。

Q. 長江における洪水時の流量観測はどのような手法を用いて、一回の観測は何時間ぐらいをかけて行っておられるのでしょうか。

A. ピークが生じると、ピークの流下に応じて 2 日の一回の頻度で測定しています。また年間を通じては 84 回～100 回の測定となっています。

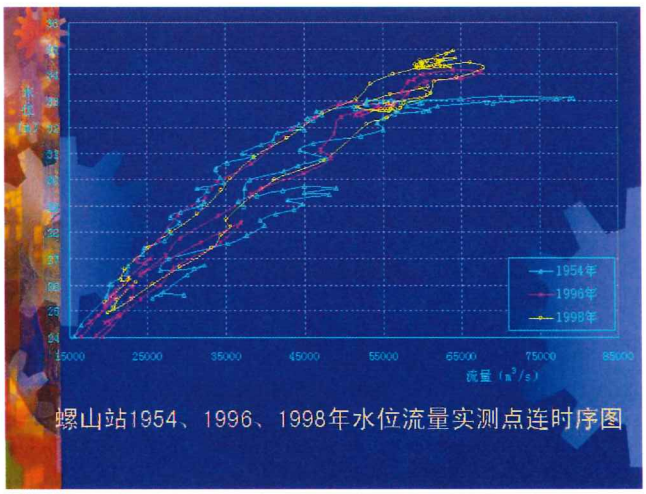
Q. 1954 年時点では、エル・ニーニョ現象というのはすでに認識されていたのでしょうか？

A. エル・ニーニョ現象は海水温度の変化として生じるものなので、その当時はエル・ニーニョ現象という概念はありませんでしたが、海水温度の記録を見て、エル・ニーニョだったということがわかったのです。

Q. 1998 年洪水後に日本からの調査団がありました。その時の調査結果からは、1954 年の洪水時と比べて水位が高かったことの要因が不明でした。一つの原因として、土砂堆積により河床が上がったのではないかということを想像していたのですが、王先生の示していただいたデータから河床は特にあがっていないということがわかりました。それから、二つの洪水の氾濫戻しの流量の計算結果を示していただきました。つまり、理想水位と訳していましたが、氾濫がなかったらどれだけの流量だったのかを示す仮想の水位を意味します。その結果では、1954 年の洪水が、かなり氾濫していたので、仮想水位にすると流量はやはり 1954 年の方が大きいことになります。このような事がわかったのですが、依然 1998 年に水位が高かったことの要因はまだ不明確なところがあると思うのですが。

A. 1 番大きな原因は、決壊の場所の相違だと思います。1998 年の決壊場所が 1 カ所だったので、決壊による氾濫量が少なかったことが大きな要因だと思います。もうひとつの原因は、湖沼その他の調節能力の低下だと思います。しかし、実は螺山では議論があるので、余裕高を 0.5m に設定することになったわけですが、他の地点に関しては学会での意見の不一致はありません。

Q. 確認なのですが、この H-Q 曲線式で同じ水位なのに流量が急激に増加していますね。



54 年、96 年、98 年の H-Q 曲線式の比較

A. そうです。螺山の直下において堤防の決壊があったために 1954 年は水位が上昇せずにとどまっているのです。

Q. これで 1998 年に水位が高かったことの要因がわかったと言えるのですね。

A. この機会に補足をしておきますが、このグラフの各プロットは、人が測定したものです。日本やアメリカの場合には人件費が高いので、人による測定はむずかしいかと思いますが、この測定値は、我々の局が実際に測定したものです。

3.3 向立雲先生

Q. 堤防に関して、1級2級という区分を紹介していただきましたが、これらの相違はどのようなものなのでしょうか。また、危険区域の区分として1～5級とありましたが、堤防の区分と危険区域の区分とは相互に関係があるのでしょうか。

A. 堤防の1級、2級は国が定めた基準です。一方、危険区域の区分は我々の研究所で行った分類です。堤防の基準はいわゆる設計基準です。1級の場合には余裕高2.0m、2級の場合には余裕高1.5mとなっています。

Q. 長江の中下流部の本川の堤防は主に1級、2級に分かれているのでしょうか。

A. 先ほどご覧いただきました重点的な堤防の分布図は、基本的に1級・2級の堤防です。この地図の中の赤い線は重要な堤防であり、部分的には2級に達していない所もありますが、大部分は2級となっています。その中で特に重要な5カ所が1級となっています。チンジェン、ウェイ、武漢湿地、漢口、そして図には示されていませんが、洞庭湖を守るための一カ所です。いわば戦争の時に弱いところからだんだん放棄していくというようにして洪水に対処していくわけです。したがって、上海市を守っている堤防も一級です。

Q. 98年の洪水被害は主に内水氾濫による被害だったと思います。中国では、外水氾濫に対してはダムの建設や堤防のかさ上げなどといった様々な対処がとられているかと思うのですが、内水氾濫に対してはどのような措置がとられていますか？

A. 河川の氾濫に伴う水害は、破堤に伴う河川氾濫による被害が大きなものであり、一方、内水による被害は人の死亡といった被害をもたらさないために今まで充分な対処がなされてきませんでした。しかし、社会経済の変化に伴い、特に南部で被害が大きく出ました。このような状況を踏まえて、長江流域委員会などで内水に対する対策も出しています。一つの方法としては、畑をつぶして湖に戻すという方法がとられています。1950年代には調整能力を持った水面の面積は陸地面積の17%を占めていましたが、4～5%まで減少してしまっています。この面積を10%ぐらいにまで戻すことができれば効果が期待できると考えています。10%まで戻るとすると、5,000～6,000km^{2}ということになります。ただ、このようなことが方針として出ているとはいえ、実行することはかなり困難を伴うものと考えられます。というのは、人口の増加に伴い人口が必要とする食糧生産量の増加という問題があるからです。人口が都市部へ集中しているということを考慮しても20～30年はかかるかと思います。

Q. 水害損失分析と関連する質問ですが、1998年の洪水の大きな問題点として荊江遊水地へ水を入れられなかったという問題があります。その要因は、この地域に100万人の居住者がおり、これらの人々への補償問題が解決しなかったから、と聞いています。1998年洪水後に、補償基準のようなものに関しての議論は整理できているのでしょうか。

A. その質問については簡単に述べます。私の後の王先生から詳しく話があるかと思います。確かに、1998年時点では補償措置に関しては具体化されていませんでした。したがって、住民からの抵抗も大きかったわけです。その後、2000年に補償措置に関する具体案が政策として出され、2003年の淮川の水害の時には、補償制度にもとづいて分工区を順調に使用することができています。

3.4 王翔先生および全体討論

Q. 荊江遊水地を用いなかった理由はよくわかりましたが、このストーリーでいくと荊江遊水地は今後用いられないことになるのではないかと思うのですがいかがでしょうか。

A. ただいまの質問に対しては、3つの観点からお答えします。第1点目は、三峡ダムができると荊江遊水地を使用する機会はますます減るでしょう。つまり、おそらく 1/100 確率の洪水時に使われるぐらいになるでしょう。また、三峡ダムが完成するまでは 1/10 確率ぐらいの洪水で用いられるでしょう。1998 年洪水時には 0.22m の余裕があったため、荊江遊水地は使いませんでした。もし、余裕が少なくなってくれば使う可能性は充分にあります。長江流域に遊水地は 40 カ所ありますが、それぞれに保護対象地域が設定されています。これらの遊水地の保護対象地域は、遊水地ごとに相互に互換できるものではありません。さて、荊江遊水地の主たる役割は、荊江地域に作られた大堤防を守ることです。螺山地区は、洞庭湖と洪湖が分派の役割を果たしています。また、武漢市は、武漢地域に設けられている6つの遊水地で守られています。さらに、江西安徽省には5つの遊水地がありますが、これらの遊水地がそれぞれ重点地域を保護することになっています。

Q. 1/1000 に対応しているというのは、どういう意味でしょうか。

A. 三峡ダムと遊水地の両方を用いると 1/1000 の洪水にも対応できるということです。

Q. 補償について詳しく教えてください。遊水地に 100 万人を超えるような人口が住んでいるわけですが、もともと違法に住んでいるとすれば、そういう人達にどうして国家予算を使って補償をしなければならないのか、という議論はあったのでしょうか。

A. 中国の法律の中で、特に洪水防止の面では法制がありませんでした。最初の法律は、1988 年にできた水法というものがありますが、その中で、はじめて居住についての記述が見られます。さらに 1998 年に洪水防止法が制定されましたが、そこでより詳しい記述がなされるようになりました。さきほど、98 カ所の遊水地に 1800 万人が居住していると言いましたが、これらの人々は 1988 年以前から住んでいました。たとえば、淮川地域の人々は先祖代々から住んでいます。国際化を進める中で国際ルールに則って、人が一番の根本であると考えているため、強制的に移住を強いることはむずかしいということになります。中国政府としては、そのような地域への居住者をできるだけ移住させようという政策をとっています。1 農家あたり 1800 元の補償金を与えて、安全地域に住宅をつくり移住を勧めています。また、地方政府からも土地を与えるといった政策により移住を促進しています。昨年、淮川地域の9カ所の遊水地から住民を移転させました。仮に、淮川地域に再度洪水が発生した場合には、これらの人々は安全ということになります。

Q. 1998 年の洪水時には遊水地を用いることができなかったという教訓を受けて、遊水地での補償政策をとるようになったとのことですが、補償の対象となるのが、農業だけであることには何か理由があるのでしょうか。住民にヒアリング調査などは行ったのでしょうか。

A. この問題は、私たちが政策を作る上で最も考慮を必要とした問題です。遊水地のこれからの発展とも大きな関係があります。先進国の遊水地の状況も調査しました。たとえば、アメリカの遊水地はほとんど無人です。また、日本でも渡良瀬遊水地を見学しましたが、そこにも人は住んでいませんでした。しかし、中国の遊水地には多くの人

が住んでいるのに対して面積は狭いものです。遊水地の面積は 30,000km^2 ぐらいあります。そして、遊水地では基本的に工業活動は禁止されています。これらの遊水地ではほぼ 10 年に一度は洪水被害を受けます。ですから、中国政府としてはこれらの地域では農業だけをやらせることにしており、また移転も促進しています。また、私たちも独自の案を一つ考えました。つまり、商業保険というものです。

Q. 日本の遊水地である渡良瀬をご覧になって、人がいないとのことですが、その通りなのですが、それは政府が全部を買い上げて移住させた結果です。ただ、最近行っている遊水地では地価の 1/3 程度を支払って、農業を続けてもらうという遊水地もあります。また、三重県の上野における遊水地に関する事業に関わったのですが、農地として続けるということは優良な農地を確保することにもつながるかと思います。

A. よいご意見をいただきました。中国の財政面から見ますと遊水地を全て買い上げることは難しかと思います。中国の遊水地における農地の使用権は農民の手にあります。したがって、中国政府としては政策的な対応しかできません。機能が高く重要な場所にある遊水地は利用価値があるものだと思います。

Q. 包括的な質問をさせていただきます。長江の河川計画の考え方は日本とは異なるかと思うので、全体としての理解ができていない面もあるのですが、1998 年の洪水を踏まえて洪水の流量処理計画に大きな変更はあったのでしょうか。

A. 計画は修正しました。長江全体の流量処理計画に関して修正をしました。王俊局長からお願いします。

A. 全体的な目標に関する修正はありませんでした。しかし、余裕高に関する修正がありました。例えば、螺山観測所では 0.5m の余裕高を加えました。三峡ダム建設後を想定した計画をたてました。主に、工事をより推進していくこと、堤防の嵩上げ、河道の浚渫、などが含まれます。1954 年の洪水を基準にして物事を考えています。

Q. 1954 年の洪水を基準しているということは、以前から計画はあったわけで、1998 年の洪水を基準にはしていないということですね。

A. 1998 年の洪水は水位が高かっただけということで、流量自体は 1954 年に比べると少なかったわけです。したがって、1954 年の洪水を基準にしています。

A. 1998 年の洪水時には、山間部における被害が多かったということがあります。したがって、この点に関する対策を強化していく点が重要になるかと思います。