

土 木 研 究 所 資 料

第 334 号

松 代 地 震 に 関 連 し た
地 す べ り 調 査 報 告 書

昭 和 43 年

建 設 省 土 木 研 究 所

土木研究所資料

第三三四号

松代地震に関連した地すべり調査報告書

昭和四十三年

松代群発地震に関連した地すべり調査

新潟試験所

1. まえがき	1
2. 善光寺地震により発生した地すべりの分布とその特徴	2
2-1: 空中写真による当該地すべりの確認	
3. 松代地域周辺に存在する三つの地すべりの挙動に関する調査例	
3-1: 調査概要	3
3-2: 地質概要	4
3-3: 調査結果	4
4. 結 論	8
5. あとがき	9

松代群発地震に関連した地すべり調査

新潟試験所

1. はじめに

地震が地すべりを惹き起す原因として作用する場合、下記の如き場合が考えられる。

- a) 地震による水平加速度が斜面に不安定な外力要素として作用する場合
- b) 地震による震動が土の物性に变化をもたらす場合
 - b-1 チクソトロピー
 - b-2 流砂現象(異常間隙水圧の発生)
- c) 地震による断層等によつて地下水の流路に異常をきたす等により地すべりを二次的に起す場合等がある。

近年では新潟地震の例があるが、第三紀の典型的な地すべり地には、ほとんどその影響が認められなかつた。その反面、河岸堤防や砂丘等に流砂現象にもとづく地すべりが随所に見られた。

過去の記録に残る地震による地すべりの発生した例として、善光寺地震による茶臼山地すべり、高田地震による名立崩れなどがよく知られている。特に善光寺地震では犀川河岸の山腹の地すべり及び山崩れ等により河川を塞止め二次的な大災害をもたらされたことが記録されている。

今回の松代群発地震の震源地はほぼ皆神山を中心としたもので、近隣には茶臼山地すべりをはじめ、いくつかの地すべり地が散在している。したがつて地震の激烈化にともなつて、これら地すべりの活発化および地すべり性大崩壊等の災害が惹き起される事態が憂慮されるにいた。このため地震活動が地すべりに及ぼす影響を明らかにすることにより、防災対策を樹立するための資料とすると共に、地震による地すべりの発生機構を明らかにせんとするものである。

2 善光寺地震により発生した地すべりの分布としての特徴

善光寺地震は弘化4年3月24日(1847年)夜発生したもので、震源地は長野市西方約12Kmに位置する虫倉山と推定され、地震の大きさはマグニチュード7.4とされている。

虫倉日記によれば、各地で山津波や崩落が随所に発生し大災害をもたら*

表1 善光寺地震による地すべり発生各所(信濃毎日新聞)

推定震源地からの距離(Km)	ヶ所数	名称	区分	推定震源地からの距離(Km)	ヶ所数	名称	区分	
0~1	0			8~9	7	才川 門	崩かい	
1~2	2	大藤 田	岩石崩落 屏風岩の崩落			久保	久保	崩かい
						二田	石中	崩かい
2~3	0							
3~4	3	法李 寺	すべり	9~10	2	西久保	すべり	
								念平 仏
4~5	3	岩草・中尾 上野府	崩かい すべり	10~11'	3	茶白山	すべり	
						高上	久保	崩かい
5~6	2	市之瀬	層すべり	11~12	1	柳久保	すべり	
				五	十			
6~7	5	藤倉 倉	崩かい	12~13	6	上尾	崩かい	
						古旭	山	崩かい
7~8	9	祖新 山	崩かい	13~14	1	鐘	崩かい	
						新矢	祖	崩かい
						涌山	室	崩かい
				15~16	0	久保		
						幡		
						菅		
17~18	2	管	すべり	17~18	2	上昌	崩かい	
		塩	崩かい			杉	崩かい	
母	袋	崩かい	18~19	1	真興寺	崩かい		

* 松代地震・信濃毎日新聞社

された事が記録されている。これら過去の記録を参考に、近年撮影された空中写真から地震にする地すべりの痕跡を判読し、プロットしたものが図

に示す善光寺地震により発生した地すべり分布図である。(但し、記録に掲載されていたもののみをプロットしたので、当時直接人畜及び田畑に影響のなかつたものは記録からもれたことが十分推定され、分布特性を知る上には十分とは云えない。しかし、虫倉山北側の鬼無里村等のかなり大きな部落があるにもかかわらず、記録が二、三に留ることからも、一応これらの地域では実際にも発生数が少ないと推定しようものとする。)

この分布図によれば、地震による地すべりのタイプは一応次の二つのタイプ

- 1 崩かい
- 2 すべり

に区分される。善光寺地震時に最も多く認められたタイプは崩壊型で記録に残っている47ヶ所の中30ヶ所までこれに属し、残り17ヶ所がすべり型と判定された。(表1参照) 図 から明らかであるように、地すべりの分布は虫倉山を中心にした距離(同心円の半径)には関連が認められず、北東から南西に細長い分布特性を示している。これはフォサマグナ

瑞穂摺曲帯と一致しているもので、地震時の地すべり発生は震度がある限度以上となつた場合、斜面の地質構造に著しく影響を受ける事の事例と考えられる。

第二に、地すべりのタイプによる分布は、特にすべり型は概略、高府泥岩、権田砂岩礫岩層地帯に集中的に見られ他の地層では、ほとんど崩壊型である。この事から地すべりのタイプはかなり岩質に支配される事の事例と考えられる。

調査概要

過去の記録から見ても地震の影響は、その地すべりの地質とか土質構造の相違によつて著しく異なることが明らかにされている。

*** 高野秀夫解説

* 大塚弥之助

本調査では試験地として選定した日方、麻庭、瀬原田の三ヶ所の地すべりの特徴を明らかにするとともに、各調査点に於ける地震時の地すべり斜面の地表歪を伸縮計によつて測定し、地震による水平加速度が地すべり斜面の安定にどの程度の影響を与えるかを調査するものである。

各試験地は皆神山を中心に同心円を描き、中心よりNWW方向約1.1 Kmに瀬原田地すべり、ほぼNW方向約1.35 Kmに日方地すべり、又これとほとんど隣接して約1.5 Kmに麻庭地すべりの三ヶ所を選定した。特に今回の調査は日方地すべりに重点をおき、ボーリング4ヶ所延長50 m、歪計4ヶ所、及び伸縮計3ヶ所を設置した。

麻庭、瀬原田には伸縮計をそれぞれ二台設置し、地表歪量の測定のみを行った。

地質概要

三つの試験地は犀川を挟んで隣接している地域に位置しているためほぼ同一の地質条件を備えている。

当地域の基盤岩は新第三紀中新世北信層群に属する砂質泥岩を主としたもので、これを覆つて砂岩及び泥岩の風化層、更に崩積土類がこの上部に分布している。

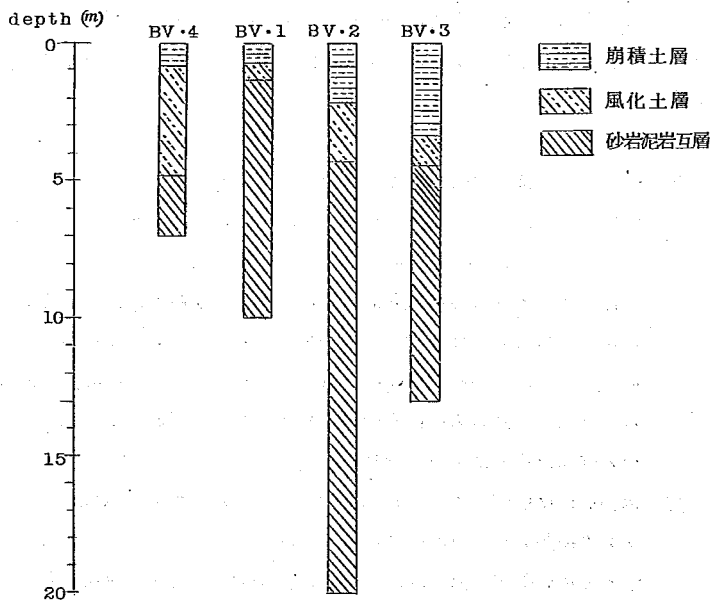
砂岩及び泥岩は全般に硬質であり、岩質は良好である。風化泥岩は暗灰色を呈し、風化顕著にて、全般的に軟弱粘土状を呈している。崩積土層は、砂岩及び泥岩残風化亜角礫を混入した粘性土類で、当地域に普遍的に分布している。又、調査地点周辺は全般に地層の乱れが著しく、基盤岩の走向、傾斜は定かでない。

調査結果

4-1 ボーリング調査. 今回の調査では、三ヶ所の試験地を設定したが、地すべり地の地質及び土質構造がかなり大きな問題となつているため日方地すべりを代表的なタイプとして、伸縮計を設置した斜面に4ヶ所のボーリングを実施した。この結果は図-2の柱状図及び図-3の地質断面図に示す如くである。

図-2

ボーリング柱状図



これによれば、本地域の地質は比較的岩質良好な砂岩・泥岩の細互層を基盤として、その上部をかなり粘土化した風化土層及び崩積土層が全般的に薄く覆っているものである。各ボーリング孔で行った標準貫入試験結果から見ると風化土層、崩積土層のN値はだいたい10回以下で、かなり軟弱であるのに対して、砂岩及び泥岩層は50回以上で非常に緊密な層といえる。したがって地すべり面は基岩と風化土層との境界面、あるいは風化土層、崩積土層の内部と推定される。

日方地区周辺に散在する地すべりを見るに、全般に地すべり深度は非常に浅いことが認められ、しかも豪雨を誘因として発生する地すべりが多く、動きは急激である。

4-2 伸縮計による地表歪の測定結果

地震の水平加速度が地すべり斜面に加えられた場合、瞬間的な地表歪量とその後の地すべり活動の活発化の有無を伸縮計によつて判定せんとしたものである。この測定に利用した伸縮計は坂田式 SRL-1 で、測定精度は 0.2 mm である。

a) 測定結果

瀬原田：地すべり頭部の亀裂を挟んで二台の伸縮計を約 10 m のスパンで設置した。図-4 に示す地表歪一日変化曲線から見れば、現在地すべり活動はほとんど認められていない斜面である。

地震による地表面の瞬間的な歪は、かなり明瞭に認められているが、その振幅巾は最大 0.3 mm 程度で非常に小さい。その他ベンの浮き上りなどの事故が記録されている。しかし、歪曲線から解るように、これらの振動を契機として地すべり活動が活発化している形勢は全く認められない。

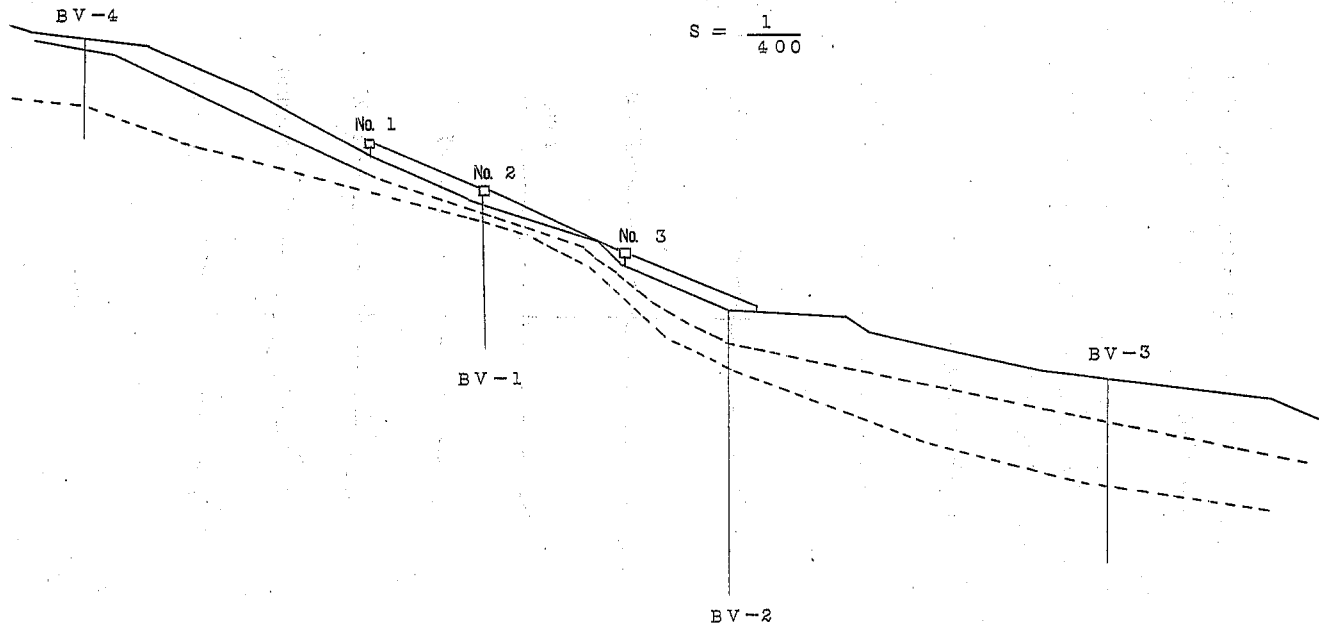
日方：本斜面には明瞭な亀裂等は見受けられないが、現地の状況、ボーリング結果、歪一日変化曲線等から推定すれば、No. 1, No. 2 は地すべりの頭部で、No. 3 はほぼ中央部に位置するものと考えられる。したがつて地表歪の累積傾向から見れば、一応地すべり斜面と認められる。

地震による地表面の瞬間的な歪は、かなり明瞭に認められるが、その振幅巾は最大 0.8 mm 程度で非常に小さい。又この振動を契機として地すべり活動が活発化する形勢も認められない。(図-4 参照)

麻庭：本地すべりは典型的なスランプ型地すべりで、計器は頭部滑落崖に一台を設置した。地表歪一日変化曲線から判定すれば、現在かなり活発に滑動している地すべり地といえる。地震による地表の瞬間的な歪は一応前二例と同程度に認められてはいるが、他の二例と比較すれば地すべりの土塊は非常に不安定な状態であるにも

図-3

日方地すべり標準断面図



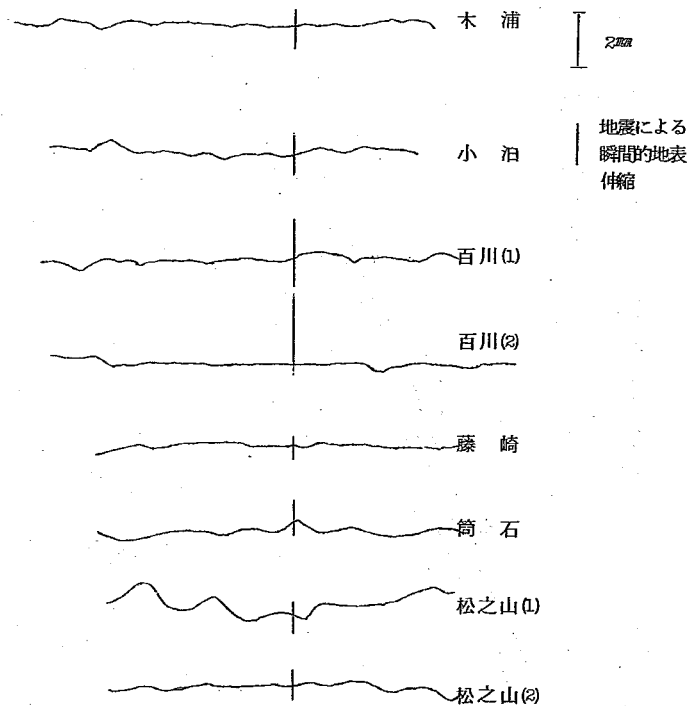
拘らず、この震動を契機として地すべりが活発化した形跡は至一日変化曲線からは全く認められない。(図-4 参照)

b) 結論

今回の調査資料の他に、新潟地震時における伸縮計のデータを参考にすることができる。例えば国鉄が北陸線直江津～糸魚川区間で測定したものと新潟試験所が松之山地すべりで測定した例などがある。

図-5

地震と地表歪の関係



この地域での震度はほぼ4程度と云われ、木浦、小泊、百川、藤崎、筒石等での記録は図-5に示す如くである。これによれば瞬間的な地表歪はいづれもかなり明瞭に記録されていることが解かる。それらの歪は完全に復元しており、地表に残留歪あるいはその後の歪曲線には全く異常並びに変化が認められない。又、松之山の測定例(図-5参照)でも地表の瞬間的な歪は最大1.0mmと記録されたのがその後の挙動は他の場合と全く同様である。これらの例をも総合して下記の如き結論に達した。

- 1: 今回設定した試験地では、一応地震による地表の瞬間的な歪の発生は確認されたが、その最大振幅は約0.8mm程度で非常に小さく、この震動を契機として地すべり活動の活発化は認められなかった。したがってこの測定期間中に発生した規模の地震では、今回選定したタイプの地すべりに与える影響は非常に小さく、急激な滑動の危険は非常に少ないものと思われる。
- 2: 震度が小さければ、頻度が多くても地すべり活動を刺戟することはほとんど認められない。

あとがき

今回の調査はすでに群発地震の峠を過ぎていたために、大きな震度時の地表歪の観測をすることができず、又試験地に地震計を設置していないために震度と地表歪の関係を明瞭にすることができず、結論を下すまでに至らなかった。更に今回の松代地震の震動は「ゴツン」といつた非常に短かいもので、震動の長さにも問題があるのではなからうか。

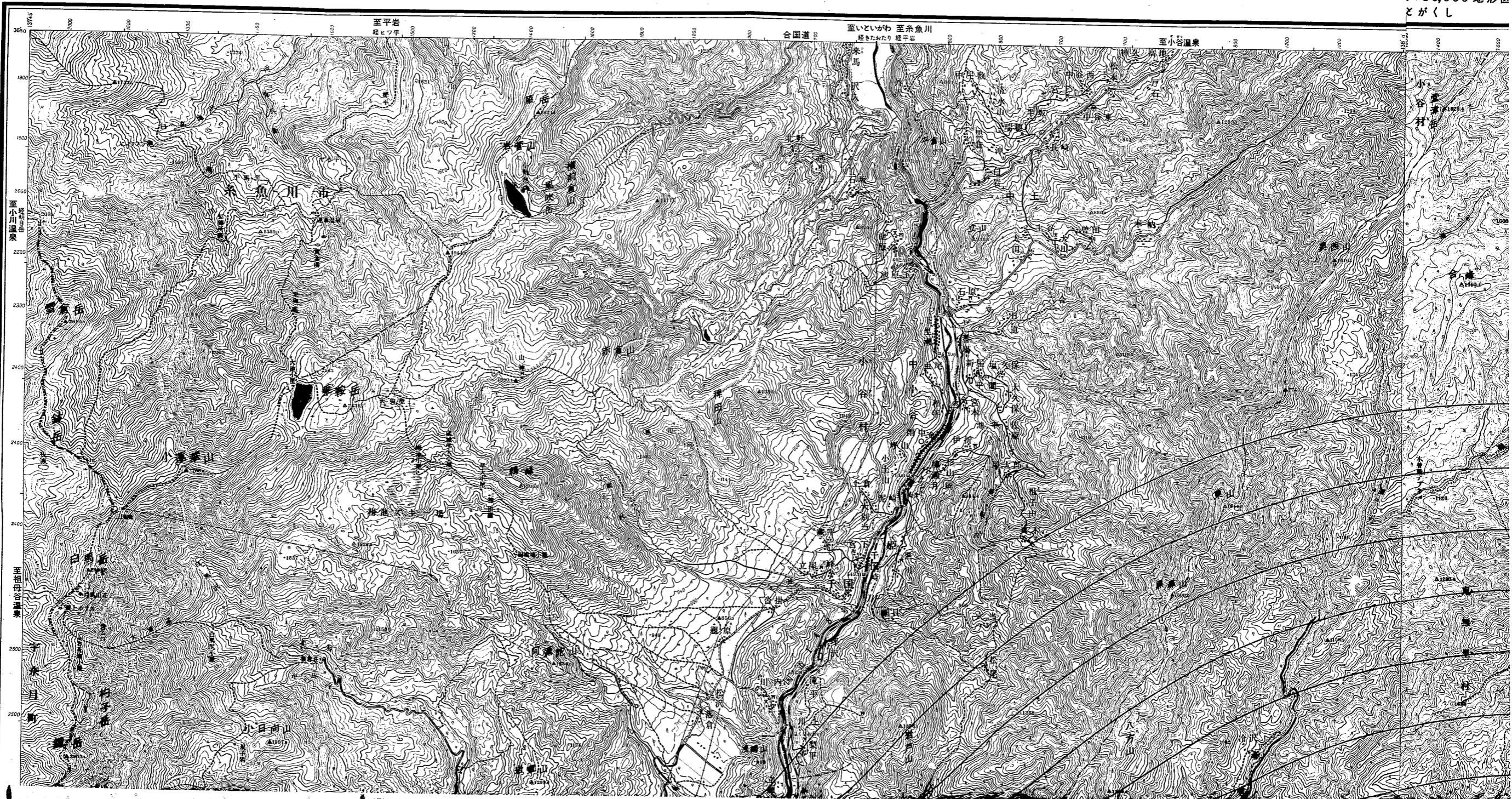
しかし、我々の調査期間中に、牧村、瀬原田等でかなり大規模な地すべりが発生し、この原因は地震による水平加速度のコンポーネントが地すべり斜面に直接的に作用して地すべりを惹き起したものでなく、地震活動にともなつた地殻変動更にそれにもとづく地下水の流動系路の異変等によつて二次的に惹き起された地すべりであるということが明らかにされたことなど、地震を誘因とした地すべりの発生機構解明の新たな手掛りが得られたのは幸いである。

最後に、この調査を行なうにあたって長野県砂防課及び土尻川砂防事務所の関係者の御協力に心から感謝申し上げます。

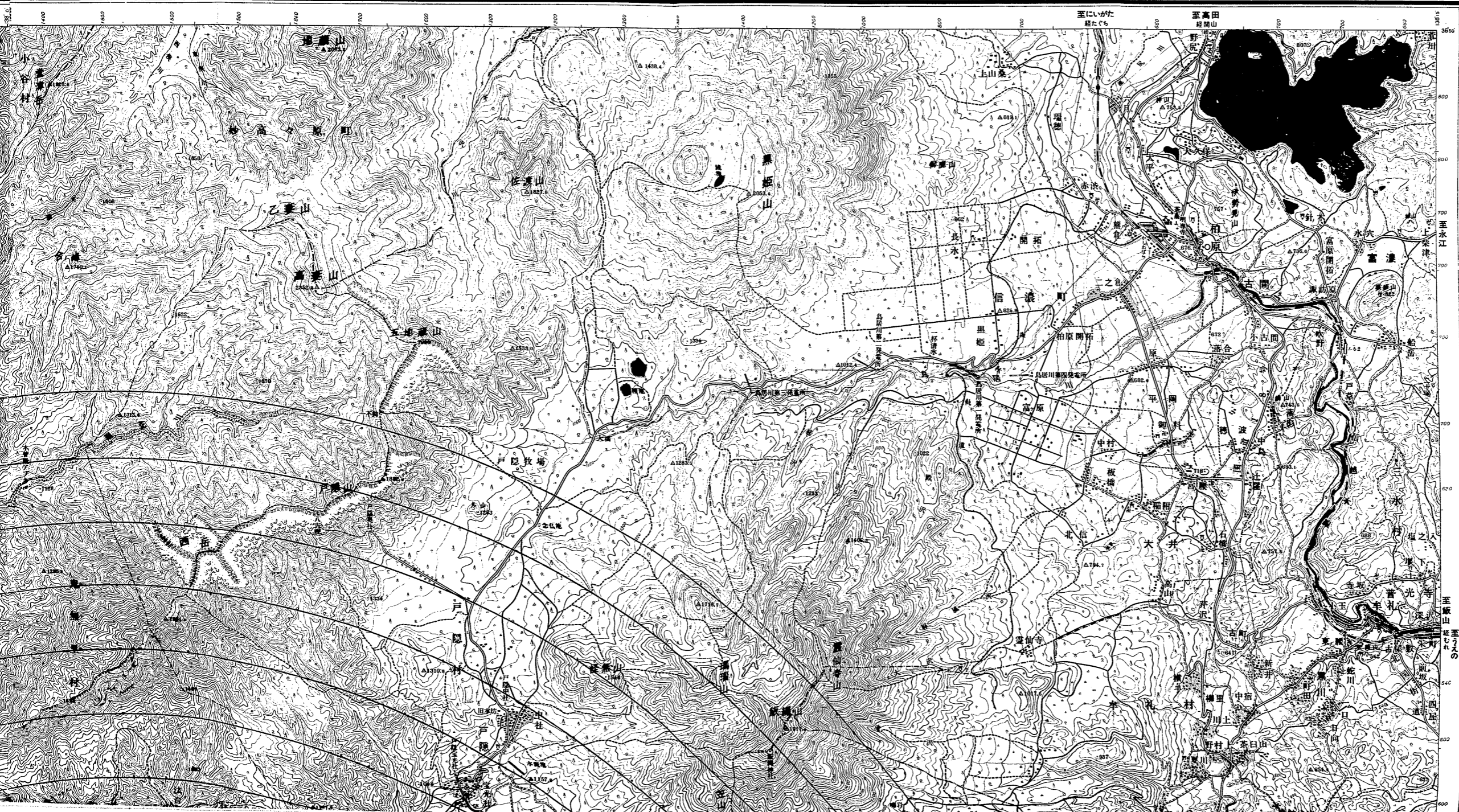
調 査 担 当 者

総 括	新潟試験所長	高 野 秀 夫
空中写真判読		高 野 秀 夫
報 告		酒 井 淳 行
現 場 調 査		酒 井 淳 行
		近 藤 政 司
		白 石 一 夫
資 料 整 理		大 塚 セツ子

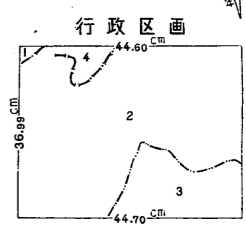
白馬岳



戸 隠



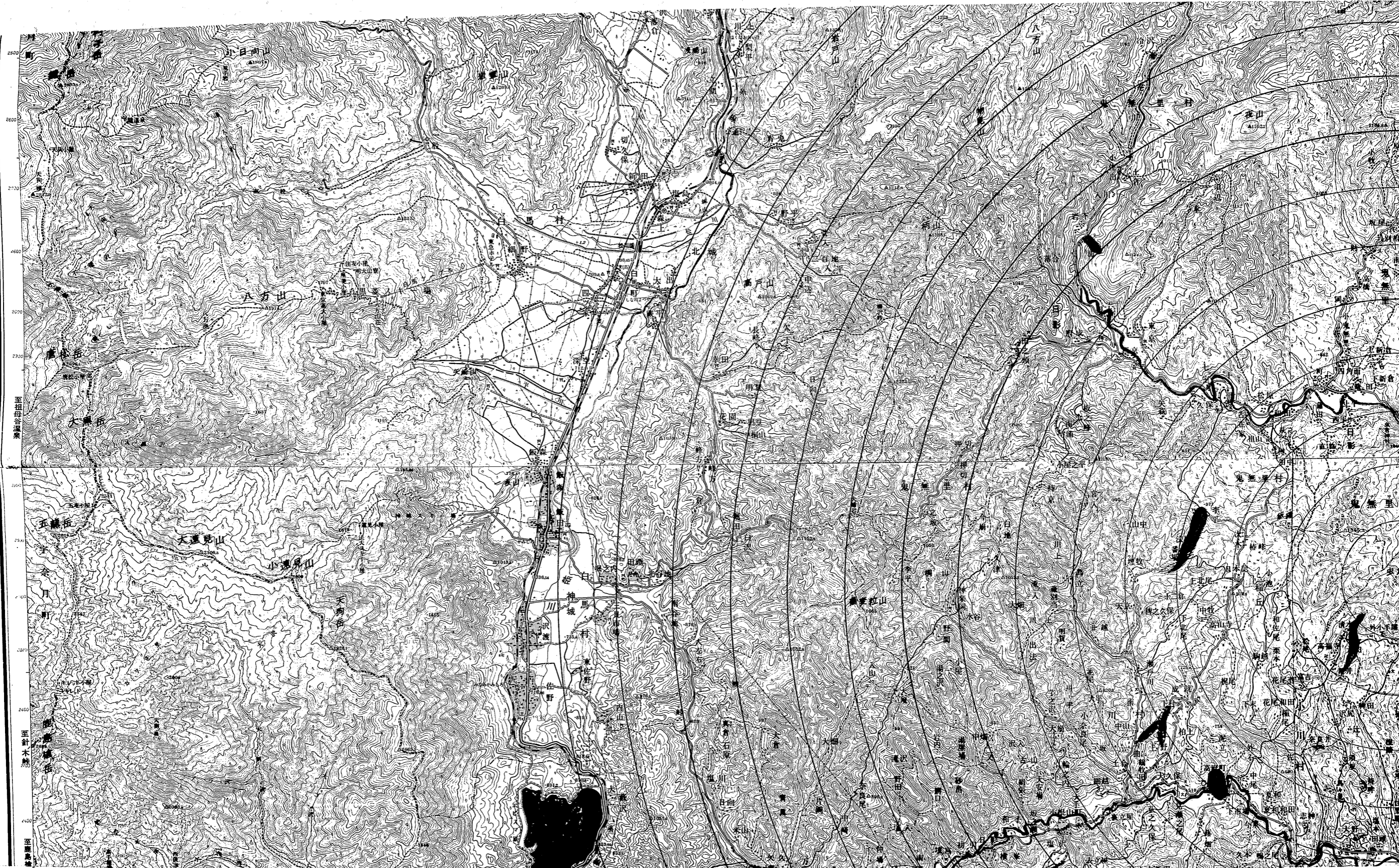
小滝	妙高山	飯山
白馬岳		中野
大町	長野	須坂

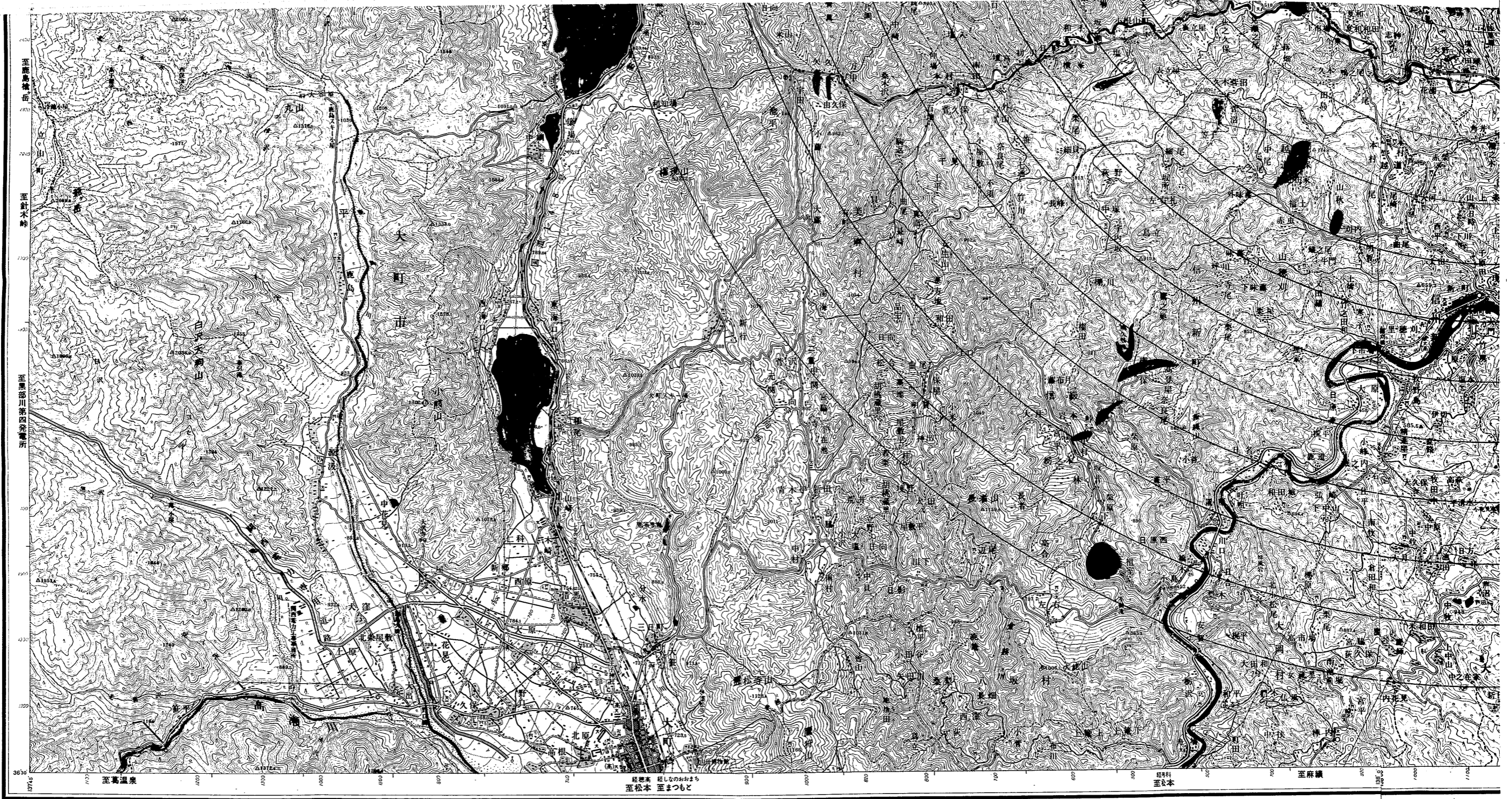


- 長野県 信濃国**
 1. 北安曇郡 2. 上水内郡
 3. 長野市
- 新潟県 越後国**
 4. 中頸城郡
- 境界未定 妙高ヶ原町
 鬼無里村

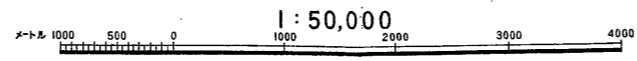
記号

神	神社
仏	仏教
キ	キリスト教
内	内閣官署
公	公署
自	自衛隊
都	都道府県庁
支	支庁
市	市役所
区	区役所
町	町役所
村	村役所
学	学校
院	病院
署	警察署
所	裁判所
庁	検察庁
局	郵便局
局	電話局
場	市場
場	工場
場	発電所
地	茶藨地
線	3車線(6.0m以上)
線	2車線(4.5m以上)
線	1車線(3.0m以上)
線	小型自動車道(6.0m以上)
線	荷重道(100t以上)
線	小径(1.0m未満)
線	立木道
線	国有鉄道
線	私設鉄道
線	特殊軌道
線	境界





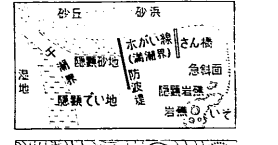
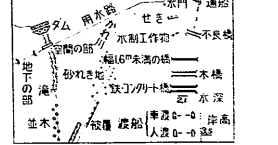
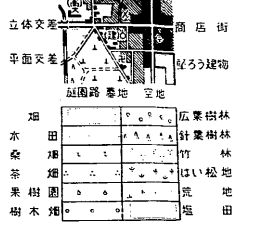
大正元年測量
昭和34年要部修正測量



昭和37年7月25日印刷 著作権所有兼発行者 国土地理院 大正元年測量昭和35年修正
昭和37年7月30日発行 行政区画およびその名称は昭和
(3色刷) 許可なく複製を禁ず

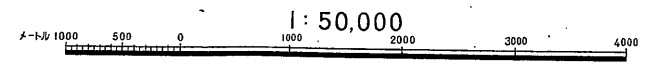


- 鉄道 国鉄 地方鉄 有線 索道
 国道 都道府県道 市町村道
 河川 湖沼 池 水田
 境界線 市界 町界 村界
 標高 三角点 水準点
 官公署 裁判所 警察署
 学校 病院 神社 寺
 公園 庭園 墓地
 温泉 旅館 商店街
 交通 航空 船舶
 気象 観測 無線電
 電力 電信 電話
 郵便 貯蓄 銀行
 消防 消防署 消防団
 衛生 保健 福祉
 文化 芸術 体育
 産業 農業 林業
 観光 観光地 観光資源
 環境 自然 生態
 防災 防災計画 防災訓練
 都市 都市計画 都市開発
 交通 交通計画 交通機関
 経済 経済計画 経済発展
 社会 社会問題 社会福祉
 教育 教育計画 教育機関
 文化 文化計画 文化機関
 環境 環境計画 環境機関
 防災 防災計画 防災機関
 都市 都市計画 都市機関
 交通 交通計画 交通機関
 経済 経済計画 経済機関
 社会 社会計画 社会機関
 教育 教育計画 教育機関
 文化 文化計画 文化機関
 環境 環境計画 環境機関
 防災 防災計画 防災機関



投影はユニバーサル横メルカトル図法
 高さの基準は東京湾の平均海面
 等高線の間隔は20メートル

大正元年測量昭和35年修正
 行政区画およびその名称は昭和35年8月1日現在



昭和39年12月25日印刷 著作権所有兼発行者 国土地理院
 昭和39年12月28日発行 (3色刷) 許可なく複製を禁ずる

1:50,000
 長野