

本資料は2000年3月31日付けで登録区分
変更する。

東濃地科学センター【研究調整グループ】

地盤の侵食速度に関するデータ収集

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1993年3月

アジア航測株式会社

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

~~本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部又は一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせ下さい。~~

~~〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課~~

~~Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan~~

©核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1993

地盤の侵食速度に関するデータ収集

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1993年3月

アジア航測株式会社

地盤の侵食速度に関するデータ収集

河村和夫*、中島達也*、友利方彦*

要 旨

わが国における地質環境の長期安定性を把握するためには、様々な天然事象の影響を評価する必要がある。中でも、特に考慮すべき重要な事象として侵食が挙げられる。本調査は、日本列島の地盤の侵食速度およびその影響因子との関連性を把握することを目的とし、地盤の侵食に関する各種データの収集を実施した。

まず、全国の最上流部に位置した50貯水池の堆砂量を把握することより侵食量を推定した。また、侵食に影響を与えると考えられる因子（地形量・地質・雨量・植生・気候区）を収集し、特性を把握した。その結果、地形量・地質・気候区因子が地盤侵食に寄与している結果を得た。一方、既往のダム堆砂量予測式を収集し、どのような因子で構成された式であるか把握した。それぞれの結果を踏まえて、石外式、建設省式、高橋・江頭・中川式が本調査結果と整合性のある構成式であることが判明した。

収集したダム堆砂量資料より、日本列島の侵食量・侵食速度の特性を把握し、更に地域性を把握した。

以上の調査研究に基づき、侵食に及ぼす影響因子を考慮した日本列島における侵食速度の推定式について考察を行った。

本報告書は、アジア航測株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：04C0796

事業団担当部課室および担当者：中部事業所 環境地質課

※：アジア航測株式会社 コンサルタント事業部 防災・地質部

~~COMMERCIAL PROPRIETARY~~

PNC ZJ7361 93-004

M A R C H , 1 9 9 3

Data Collection on the erosion rate of ground

Kazuo Kawamura*

Tatsuya Nakajima*

Masahiko Tomori *

Abstract

It is necessary to evaluate the influence of various natural phenomena in order to study long-term stability of geological environment in Japan. A particular attention should be paid to erosion. The objective of the present research is to study the erosion rate of ground and the related influential factors in Japan. For this reason various data in relation to the above matter were collected.

First, volumes of erosion were estimated through sedimentation volumes of 50 selected reservoirs which are located in the uppermost parts of drainage basins throughout Japan. Then, data of the factors such as landforms, geology, climates and vegetation which would influence the erosion were collected and their characteristics were studied. The result showed that factors of landform, geology and climate influenced the erosion of the ground. And the existing prediction equations of reservoir sedimentation were collected and factors used in such equations were studied. Through the study the Ishige Equation and others were in good accordance with the results of the present study.

On the basis of the collected data on reservoir sedimentation volumes regional characteristics of erosion rates in Japan were examined.

Work performed by Asia Air Survey Co., Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

P N C Liaison : Chubu Works Waste Isolation Research Section.

※ : Department of Disaster Prevention and Geology Consultancy

目 次

1. はじめに	1
2. 業務概要	2
2.1 調査目的	2
2.2 調査項目	2
2.3 調査内容	2
3. ダムの堆砂量に基づく地盤の侵食速度の推定	9
3.1 貯水池の選定	9
3.2 ダムの堆砂量に関するデータの収集・整理	13
3.2.1 ダムに仕様に関するデータ	13
3.2.2 ダムの堆砂量に関するデータ	16
3.3 集水域の侵食量および侵食速度の推定	19
3.4 集水域の地形・地質・気候に関するデータの収集・整理	22
3.4.1 高度・起伏量・起伏量比	22
3.4.2 地質	22
3.4.3 植生	24
3.4.4 気温・降雨量	24
3.4.5 その他の侵食の影響因子のデータの収集と整理	44
3.5 侵食速度と諸影響因子との関係の把握	47
3.5.1 侵食速度と諸影響因子との関係の把握相関性の把握	47
3.5.2 侵食速度と諸影響因子との関係式の推定	76
4. 日本列島における侵食の特性の把握	78
4.1 日本列島における侵食量および侵食速度の特性	78
4.2 日本列島における侵食の地域性の把握	79
5. 日本列島における侵食速度の推定式の算定	80
6. 今後の課題	81
7. まとめ	82
記号表	83
参考文献	85

1. はじめに

我が国における地質環境の長期安定性を把握するためには、様々な天然事象の影響を評価することが必要である。これまでの調査研究の結果、我が国において特に考慮すべき重要な天然事象の一つとして侵食があげられている。

日本における地盤の侵食に関する研究例は乏しく、一部の地域の短期間の侵食量や侵食速度が見積もられているのみである。日本全国の侵食量や侵食速度、および侵食に及ぼす影響因子との関連性等については、十分明らかにされていない。

本調査は、日本列島の地盤の侵食速度およびその影響因子との関連性を把握することを目的として、地盤の侵食に関連する各種データの収集を行うものである。

2. 業務概要

2. 1 調査目的

我が国における地質環境の長期安定性を把握するためには、様々な天然事象の影響を評価することが必要である。これまでの調査研究の結果、我が国において特に考慮すべき重要な天然事象の一つとして侵食があげられている。

日本における地盤の侵食に関する研究例は乏しく、一部の地域の短期間の侵食量や侵食速度が見積もられているのみである。日本全国の侵食量や侵食速度、および侵食に及ぼす影響因子との関連性等については、十分明らかにされていない。

本調査は、日本列島の地盤の侵食速度およびその影響因子との関連性を把握することを目的として、地盤の侵食に関連する各種データの収集を行うものである。

2. 2 調査項目

(1) ダムの堆砂量に基づく地盤の侵食速度の推定

- ①ダムの堆砂量に関するデータの収集・整理
- ②集水域の侵食量および侵食速度の推定
- ③侵食の影響因子の抽出とその因子の特性の把握
- ④侵食速度と諸影響との関係の把握

(2) 日本列島における侵食の特性の把握

- ①日本列島における侵食量および侵食速度の特性
- ②日本列島における侵食の地域性の把握

(3) 日本列島における侵食速度の推定式の算定

2. 3 調査内容

(1) ダムの堆砂量に基づく地盤の侵食速度の推定

日本全国のダム（貯水池・調整池）を対象として、ダムの堆砂量、および堆砂量を規制する影響因子等に関する文献等の公表されてい

る関連資料を収集、分析し、地盤の侵食速度を推定した。

調査対象のダムは、総貯水容量 100万 m³ 以上かつ高さ15m以上の日本全国のダムのうち50箇所のダムとした（ダムの選定方法等は、事業団との協議により決定した。）。

①ダムの堆砂量に関するデータの収集・整理

A. 日本全国のダムの堆砂量およびダムの仕様、集水域の地形
・地質・気候等に関するデータの収集

日本全国のダムに関する下記の項目について、関係資料によりデータを収集した。

a. ダムの仕様に関するデータ（「ダム総覧」をデータソースに限定した。）

- ・ダム名
- ・水系名
- ・河川名
- ・位置（県名
- ・目的
- ・ダムの規模
（堤高・堤頂長・堤体積）
- ・ダムの型式
- ・湛水面積
- ・総貯水量
- ・有効貯水量
- ・貯水効率
- ・ダム事業社名
- ・着工年月・竣工年月
- ・集水面積・集水域
- ・経過年数

b. ダムの堆砂量に関するデータ（「電力土木」をデータソースに限定する。但し、堆砂量資料は、昭和36年から存在した。）

- ・土砂堆砂量（累積）
- ・年間堆砂量（竣工時から現在までの各年度毎の値）
- ・年平均堆砂量（竣工時から現在までの平均値）
- ・過去10年間平均堆砂量
- ・年堆砂量（堆砂量が単調増加している期間の値）
- ・捕捉率
- ・堆砂率
- ・比堆砂量
- ・浚渫等による土砂の排出量（年間・累積）
- ・堆砂量の測定方法

B. データの整理

- a. 収集したデータの全項目の一覧表を作成した。
- b. ダムおよび集水域の位置を適切な地形図に記載した。
- c. 堆砂量に関する各項目の経年変化図を作成した。

② 集水域の侵食量および侵食速度の推定

A. 各ダムの堆砂量から、次に示す集水域の侵食量および侵食速度を算出した。

- a. ダムの竣工時から現在までの全侵食量
- b. ダムの竣工時から現在までの平均侵食速度
- c. 最近10年間の全侵食量
- d. 最近10年間の平均侵食速度
- e. 堆砂量が単調増加している期間の平均侵食速度
- f. 侵食量および侵食速度の経年変化

B. 算出した上記の侵食量および侵食速度を一覧表にまとめた。

C. ダムの竣工時から現在までの侵食量および侵食速度の経年変化図を作成した。

③ 集水域の侵食の影響因子の抽出とその因子の特性の把握

地盤の侵食に影響を及ぼす影響因子を抽出し、それらの因子の特性を関連資料に基づき整理した。

A. 集水域の地形・地質・気候に関するデータの収集・整理

a. データの収集

- ・ 高度（最大高度、最低高度、平均高度）
- ・ 起伏量（最大起伏量、最低起伏量、平均起伏量）
- ・ 起伏量比
- ・ 地質
- ・ 植生
- ・ 気温
- ・ 降雨量（年降雨量・最大日雨量：竣工時から現在までの各年度ごとの値。但し、ダム堆砂量資料との整合を図るため、昭和36年以前は対象としない。）

b. データの算出方法および整理

(a) 高度・起伏量・起伏量比

- ・ 国土地理院の「国土数値情報」をデータソースに限定した（ただし、集水域全体における起伏量比を除く）。
- ・ 集水域を地形図に記載する。
- ・ 集水域を1kmの大きさのグリッドに分割し、各グリッドの高度（最高標高と最低標高の平均値）および起伏量（最高標高と最低標高の差）を算出した。
- ・ 集水域全体の高度（最高標高、最低標高、平均標高）および起伏量（最大起伏量、最低起伏量、平均起伏量）を算出した。

- ・集水域全体における起伏量比（集水域最高標高と最低標高の差から求める起伏量を主谷長で除した値）を求めた。
- ・各グリッドおよび集水域全体の上記の諸数値を図表にまとめた。なお、解析およびまとめにはGIS（地理情報システム）を用いた。

(b)地質

- ・国土数値情報をデータソースとした。
- ・集水域を地形図に記載した。
- ・「高度・起伏量（4.③Ab(a）」で作成したグリッドに分布する地質を抽出した。
- ・集水域全体において分布する地質の分布の比率を求めた。
- ・各グリッドおよび集水域全体の地質の分布状況を図表にまとめた。なお、解析およびまとめにはGIS（地理情報システム）を用いた。

(c)植生

- ・1/200,000 植生図（環境庁発行）をデータソースとした。
- ・集水域における植生の状況を図表にまとめた。なお、解析およびまとめにはGIS（地理情報システム）を用いた。

(d)気温

- ・アメダスデータ及び気象庁、地方気象台資料を収集した。ただし、1貯水池に対して1観測所を原則とし、隣接するダム流域があった場合は、1観測所のデータを共有することとした。
- ・竣工時から現在までの各年度毎の年最高気温、年最低気温、年平均気温を算定した。

- ・竣工時から現在までの最高気温、最低気温、平均気温を算定した。
- ・上記の諸数値を一覧表にまとめた。
- ・竣工時から現在までの各年度毎の年最高気温、年最低気温、年平均気温の経年変化図を作成した。

(e)降雨量

- ・アメダスデータ及び気象庁、地方気象台資料を収集した。ただし、1貯水池に対して1観測所を原則とし、隣接するダム流域があった場合は、1観測所のデータを共有することとした。
- ・竣工時から現在までの各年度毎の年降雨量、最大日雨量、最大洪水量を算定した。但し、ダム堆砂量資料との整合を図った。
- ・竣工時から現在までの最大年降雨量、最低年降雨量、平均年降雨量、最大日雨量、平均年最大日雨量、最大洪水量、平均最大洪水量を算定した。但し、ダム堆砂量資料との整合を図った。
- ・上記の諸数値を一覧表にまとめた。
- ・竣工時から現在までの各年度毎の年降雨量、最大日雨量、最大洪水量の経年変化図を作成した。但し、ダム堆砂量資料との整合を図った。

なお、資料収集のための依頼文書等の必要な資料については事業団との協議により決定した。

B. その他の侵食の影響因子のデータの収集と整理

上記の高度・起伏量・起伏量比・地質・植生・気温・降水量のほかに、侵食の影響因子と考えられる事象について、文献等によりデータを収集、整理した。

④ 侵食速度と諸影響因子との関係の把握

ダムの堆砂量に基づき算定した地盤の侵食速度と、諸影響因子との関係について検討した。

A. ダムの堆砂量に基づき算定した地盤の侵食速度と、影響因子との関係の検討

- a. 各ダムについて、侵食速度と各影響因子との相関性について、統計学的手法等を用いて検討した。
- b. ダム全体について、侵食速度と影響因子との関係式を求めた。

(2) 日本列島における侵食の特徴の把握

ダムの堆砂量に基づき算定した地盤の侵食量・侵食速度に基づき、日本列島の侵食の特性を検討した。

- ① 日本列島における侵食量および侵食速度の特性の把握
- ② 日本列島における侵食の地域性の把握

(3) 日本列島における侵食速度の推定式の算定

以上の調査研究に基づき、侵食に及ぼす影響因子を考慮した日本列島における侵食速度の推定式を算定した。

3. ダムの堆砂量に基づく地盤の侵食速度の推定

3. 1 調査する貯水池の選定

調査対象貯水池は、総貯水容量100 万 m^3 以上かつ、高さ15m 以上を対象に行った。抽出する際の留意点は、以下の通りとした。

- ①昭和36年以前に竣工している貯水池であること。
- ②竣工後現在まで最上流域に位置していること。
- ③貯水容量の大きい施設であること。
- ④位置が確認できる貯水池
- ⑤堆砂資料が整備されている貯水池

それぞれ、①～⑤までを留意した理由は、

- ①昭和36年以前に竣工している貯水池であること。

堆砂量のデータを多く収集するために竣工時期の早い貯水池を対象とする必要があるため。

- ②竣工後現在まで最上流域に位置していること。

上流域にダムが存在すると人為的な流量操作をされることがあり、算定精度に影響が生じるため。

- ③貯水容量の大きい施設であること。

算定精度向上のため土砂捕捉率の大きい施設を抽出するため。

- ④位置が確認できる貯水池

地形図上に貯水池の位置が確認できない場合、流域面積等の各諸元が計測できないため。

- ⑤堆砂資料が整備されている貯水池

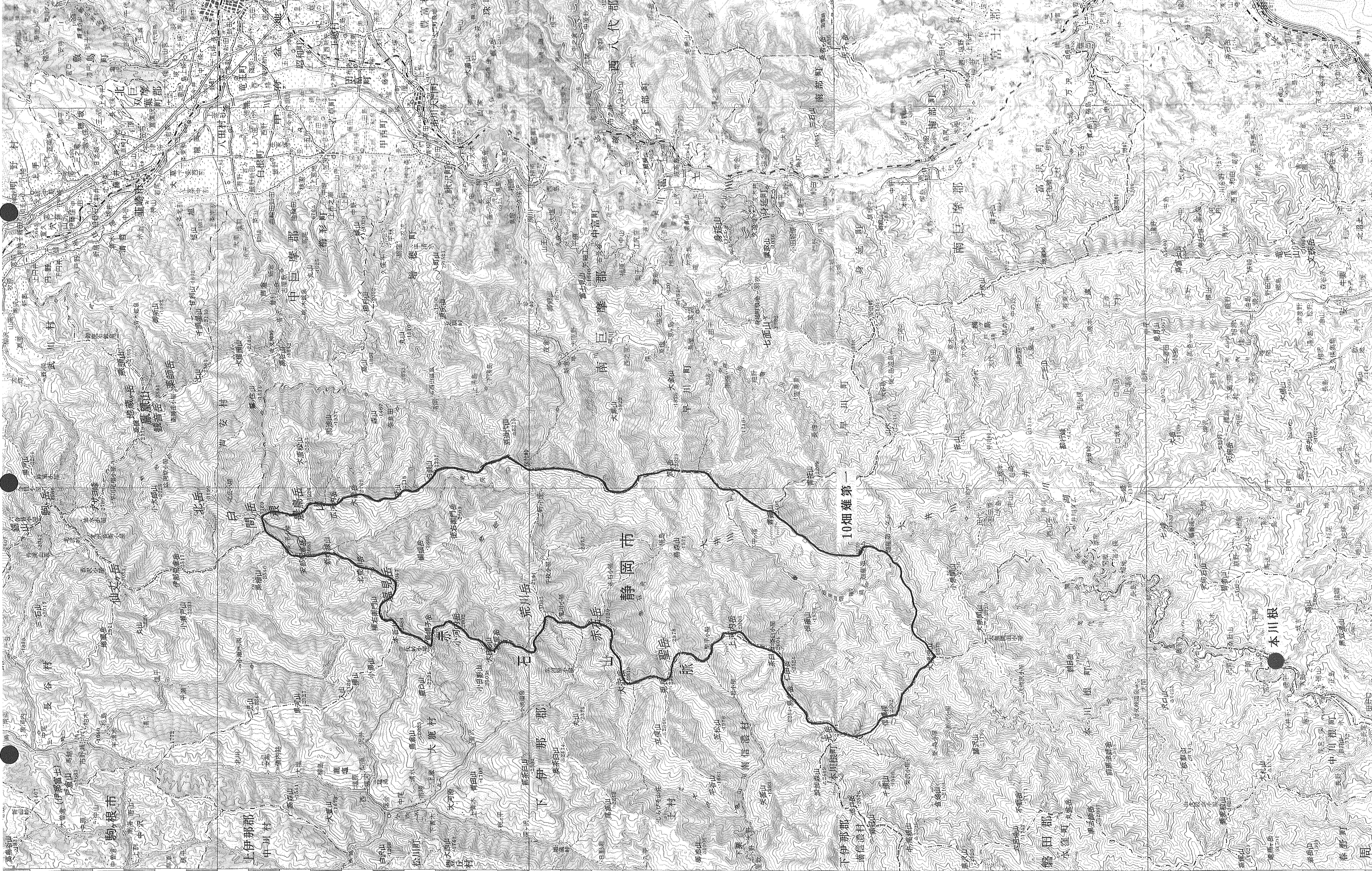
昭和36年以降の堆砂資料を収集するが、中には全く堆砂資料のない貯水池がある。できるだけ堆砂資料の整備されている貯水池を対象とすれば、多くの堆砂データを収集できるため。

である。なお、抽出したダムの位置図の一例として、畑薙第一ダムを図

3. 1 に示す。

貯水池	1/20万 図面名	水系	河川	所有者	竣工年月	全容量 (1,000m)
1 大夕張	夕張岳	石狩川	夕張川	北海道電力 S	36.5	87,200
2 芦別	夕張岳	石狩川	芦別川	北海道電力 S	28.2	6,250
3 目屋ダム	弘前	岩木川	岩木川	青森県 S	35.4	38,804
4 外山	盛岡	北上川	中津川	東北電力 S	17.12	3,751
5 野反	高田	信濃川	中津川	東京電力 S	31.11	28,700
6 荒沢	村上	最上川	大鳥川	山形県 S	31.1	41,420
7 八久和	村上	最上川	八久和川	東北電力 S	33.3	46,933
8 木地山	村上	最上川	野川	山形県 S	36.8	8,200
9 小河内	東京・甲府	多摩川	多摩川	東京都 S	32.12	187,700
10 畑薙第1	静岡・甲府	大井川	大井川	中部電力 S	37.9	107,400
11 笹間川	静岡	大井川	大井川	中部電力 S	35.11	6,340
12 三浦	飯田	木曾川	王滝川	関西電力 S	20.1	62,216
13 笹生川	岐阜	九頭竜川	笹生川	福井県 S	32.2	58,806
14 有峰	高山	常願寺川	和田川	北陸電力 S	34.6	218,500
15 黒部第四	高山	黒部川	黒部川	関西電力 S	36.1	199,285
16 室牧	高山	神通川	室牧川	富山県 S	36.4	17,000
17 祐延	高山	常願寺川	小口川	北陸電力 S	6.11	8,907
18 秋神	高山・飯田	木曾川	飛騨川	中部電力 S	29.4	17,584
19 武周湖	金沢・岐阜	大味川	武周湖	北陸電力 T	9.9	2,272
	宮津					
20 黒田	豊橋	矢作川	黒田川	中部電力 S	9.5	4,529
21 坂本	伊勢	熊野川	東の川	電源開発 S	37.4	87,000
22 七川	田辺	古座川	古座川	和歌山県 S	31.4	30,700
23 殿山	田辺	日置川	日置川	関西電力 S	32.5	25,446
24 引原	姫路	揖保川	引原	兵庫県 S	33.3	21,950

貯水池	1/20万 図面名	水系	河川	所有者	竣工年月	全容量 (1,000m)
25恩原	高梁・姫路 松江・鳥取	吉非川	遠藤川	中国電力	S 3.2	2,966
26立岩	広島	太田川	太田川	中国電力	S 14.7	18,050
27渡ノ瀬	広島	小瀬川	小瀬川	山口県	S 31.4	10,424
28樽床	広島・浜田	太田川	柴木川	中国電力	S 32.10	20,600
29周布川	浜田	周布川	周布川	中国電力	S 36.11	10,173
30王泊	浜田	太田川	滝山川	中国電力	S 9.10	31,100
31来島	浜田	神戸川	神戸川	中国電力	S 31.4	23,470
32八戸	浜田	江の川	八戸川	島根県	S 33.1	2,557
33高暮	浜田・高梁	江ノ川	伸野瀬川	中国電力	S 20.2	39,658
34湯原	高梁・松江	旭川	旭川	中国電力	S 29.11	99,600
35帝釈川	高梁	高梁川	帝釈川	中国電力	T 13.3	14,287
36佐波川	山口	佐波川	佐波川	山口県	S 31.9	24,600
37木屋川	山口	木屋川	木屋川	山口県	S 30.2	21,750
38佐々並川	山口	阿武川	佐々波川	中国電力	S 34.4	20,100
39長沢	高知	吉野川	吉野川	四国電力	S 24.12	31,900
40松尾川	高知	吉野川	松尾川	四国電力	S 26.5	43,678
41大森川	高知	吉野川	大森川	四国電力	S 34.8	19,120
42名頃	剣山	吉野川	祖谷川	四国電力	S 36.3	1,367
43北川	大分	五ヶ瀬川	田代川	大分県	S 37.8	41,000
44地蔵原	大分	筑後川	鳴子川	九州電力	T 11.7	1,858
45日向神	熊本	矢部川	矢部川	福岡県	S 36.1	27,900
46上椎葉	延岡	耳川	耳川	九州電力	S 30.5	91,550
47渡川	延岡	小丸川	渡川	宮崎県	S 30.4	31,900
48綾南	延岡	大淀川	綾北川	宮崎県	S 33.4	35,405
49綾北	延岡・八代	大淀川	綾北川	宮崎県	S 35.7	17,205
50諸塚	延岡	耳川	川内川	九州電力	S 36.2	3,484



飯田

上伊那郡

中川村

三谷川

三田町

30

下伊那郡

石川岳

赤岳

静冈市

下伊那郡

南信濃村

磐田郡

水窪町

三谷川

三田町

30

图 3. 1 貯水池位置图

3. 2 ダムの堆砂量に関するデータの収集・整理

3. 2. 1 ダムの仕様に関するデータ

抽出した50か所の貯水池の仕様について、ダム年鑑（財団法人日本ダム協会 平成4年3月15日発行）より、データを収集した。表3. 1にダムの仕様一覧表を示す。表中のうち特に注釈の必要な項目について以下に示す。

「目的」	目的は、略号で示した。凡例は、表の下に記載した。
「堤高」	最低基礎面から非越流部までの最大高さを記載した。
「堤体積」	堤体主材料の総体積を記載した。複合ダムについては原則として合計の体積を記載した。
「総貯水量」	常時満水位における総貯水容量を記載した。
「貯水効率」	（有効貯水量）／（堤体積）で算出した。
「ダム事業社名」	ダム所有者、運営管理する官公庁、都道府県、会社 の名称を記載した。
「着工年度」	建設省関係 . : 建設事業着手年度 農林水産省関係 : 建設事業着手年度 電気事業者関係 : 河川法・電気事業法等の許認可年 度
「竣工年度」	建設省関係 : 建設費が計上された最終年度 農林水産省関係 : ダムに関わる建設費が計上された 最終年度 電気事業者関係 : 発電所運転開始年度
「経過年数」	新規にダムを竣工した年度。嵩上げ等の再工事は、 記載せず。
「型式」	ダムの型式は、略号で示した。凡例は、表の下に 記載した。

表 3. 1 (1) ダムの仕様一覧表

番号	ダム名	水系名	河川名	位置 (県名)	目的	ダムの規模			型式	貯水水面積 (ha)	有効貯水量 (1000m ³)	貯水量貯水率	ダム事業社名	竣工年月	竣工年月	集水面積 (km ²)	経過年数
						堤高 (m)	堤頂長 (m)	堤体積 (1000m ³)									
1	大夕張	石狩川	夕張川	北海道	A P	67.5	251.0	201	G	475	87300	400.5	北海道開発局	1959	1959	433.0	34
2	芦別	石狩川	芦別川	北海道	P	16.5	90.8	26	G	116	6250	53.8	北海道電力(株)	1952	1952	2172.0	41
3	目屋	岩木川	岩木川	青森	F N P	58.0	170.0	118	G	205	39000	279.7	東北地方建設局	1950	1950	171.6	34
4	外山	北上川	外山川	岩手	P	33.0	121.0	27	G	50	3751	119.0	東北電力(株)	1943	1943	37.7	50
5	野反	信濃川	中津川	群馬	P	44.0	152.5	184	R	180	28700	154.3	東京電力(株)	1953	1953	9.3	37
6	荒沢	赤川	赤川	山形	F N P	61.0	195.5	159	G	189	41420	194.2	山形県	1953	1953	162.0	38
7	八久和	赤川	八久川	山形	P	97.5	269.0	371	G	186	49028	89.7	東北電力(株)	1957	1957	148.4	36
8	木地山	最上川	置賜白川	山形	F N P	46.0	168.2	62	H G	60	8200	103.2	山形県	1957	1957	63.0	33
9	小河内	多摩川	多摩川	東京	W P	149.0	353.0	1676	G	425	189100	110.6	東京都	1936	1936	262.9	36
10	畑窪第一	大井川	大井川	静岡	P	125.0	275.0	597	H G	251	107400	134.0	中部電力(株)	1957	1957	318.0	31
11	笹間川	大井川	笹間川	静岡	P	46.4	140.8	71	G	46	6340	23.7	中部電力(株)	1955	1955	68.0	33
12	三浦	木曾川	玉滝川	長野	P	83.2	290.0	507	G	280	62216	121.5	関西電力(株)	1943	1943	69.4	48
13	笹生川	九頭竜川	真名川	福井	F N W P	76.0	215.0	225	G	234	58806	232.2	福井県	1952	1952	70.7	36
14	有峰	常願寺川	和田川	富山	P	140.0	500.0	1568	G	512	222000	130.1	北陸電力(株)	1956	1956	49.9	34
15	黒部貯水	黒部川	黒部川	富山	P	186.0	492.0	1582	A	349	199285	94.1	関西電力(株)	1956	1956	184.5	32
16	室牧	神通川	井田川	富山	F N P	80.5	153.1	55	A	71	17000	245.5	富山県	1952	1952	128.3	32
17	祐延	常願寺川	小口川	富山	P	45.5	125.5	44	G	60	8790	198.9	北陸電力(株)	1928	1928	6.8	62
18	秋神	木曾川	秋神川	岐阜	P	74.0	192.0	223	G	70	17584	76.1	中部電力(株)	1953	1953	83.3	40
19	真高湖	大味川	大味川	福井	P	20.3	91.5	61	E	19	2261	15.3	北陸電力(株)	1920	1920	9.0	73
20	黒田	矢作川	黒田川	愛知	P	45.2	332.0	145	G	82	11050	69.7	中部電力(株)	1934(80)	1934(80)	7.7	59(13)
21	坂本	新宮川	東ノ川	奈良	P	103.0	256.3	183	A	259	87000	371.6	電源開発(株)	1959	1959	77.0	31
22	七川	古盛川	古盛川	和歌山	F P	58.5	154.0	96	G	179	30800	264.6	和歌山県	1951	1951	102.0	37
23	殿山	白置川	白置川	和歌山	P	64.5	128.7	51	A	137	25446	270.5	関西電力(株)	1955	1955	294.0	36
24	引原	出梁川	引原川	兵庫	F N I P	66.0	184.4	180	G	88	21950	102.2	兵庫県	1953	1953	48.2	36
25	恩原	吉井川	恩原川	岡山	P	24.0	93.6	26	B	38	2946	109.4	中国電力(株)	1928	1928	24.1	65

凡例

ダムの目的 F: 洪水調節・農地防災、N: 不特定用水・河川維持用水、A: 灌漑・特定(新規)灌漑用水、W: 上水道用水、I: 工業用水道用水、P: 発電
ダムの型式 A: アーチダム、B: バットレスダム、E: アースダム、G: 重力式コンクリートダム、H G: 中空重力式コンクリートダム、R: ロックフィルダム

表 3. 1 (2) ダムの仕様一覽表

番号	ダム名	水系名	河川名	位置	目的	ダムの規模			形式	貯水面積 (ha)	総貯水量 (1000m ³)	有効貯水量 (1000m ³)	貯水効率	ダム事業社名	着工年月	竣工年月	集水面積 (km ²)	経過年数
						堤高 (m)	堤頂長 (m)	堤体積 (1000m ³)										
26	立岩	太田川	太田川	広島	P	67.4	179.0	138	G	89	17200	15100	109.4	中国電力(株)	1939	1939	129.6	54
27	渡ノ瀬	小瀬川	玖島川	広島	P	34.5	125.6	44	G	97	10424	9500	215.9	中国電力(株)	1956	1956	168.4	37
28	樽床	太田川	柴木川	広島	P	42.0	261.2	101	G	180	20600	17500	173.3	中国電力(株)	1957	1957	39.5	36
29	岡布川第一	岡布川	岡布川	島根	P	58.0	147.0	94	G	53	10173	7143	76.0	中国電力(株)	1960	1961	92.3	32
30	王泊	太田川	滝山川	広島	P	74.0	155.0	178	G	144	31100	26100	146.6	中国電力(株)	1956	1959	172.2	34
31	柴島	神戸川	神戸川	島根	P	63.0	250.9	129	G	160	23470	21180	164.2	中国電力(株)	1956	1956	140.2	37
32	八戸	江の川	八戸川	島根	FNTP	72.0	151.0	195	G	128	26800	23200	119.0	島根県	1958(76)	1958(76)	164.0	35(17)
33	高森	江の川	神戸瀬川	島根	P	69.4	195.7	206	G	185	39658	35858	174.1	中国電力(株)	1949	1949	159.3	44
34	湯原	旭川	旭川	岡山	F P	73.5	194.4	219	G	456	99600	86000	392.7	中国電力(株)	1951	1954	255.0	39
35	帯沢川	高梁川	帯沢川	広島	P	62.1	35.2	31	G	66	14287	12995	419.2	中国電力(株)	1924	1924	120.0	69
36	佐波川	左波川	左波川	山口	FNAIP	54.0	156.0	100	G	116	24600	21400	214.0	山口県	1955	1955	88.4	38
37	木屋川	木屋川	木屋川	山口	F W I	51.5	214.5	157	G	263	43611	39500	251.6	山口県	1955	1955	84.1	38
38	佐々波川	阿武川	佐々波川	山口	P	67.4	127.3	31	A	96	20100	16000	516.1	中国電力(株)	1958	1959	91.5	34
39	長沢	吉野川	吉野川	高知	P	71.5	216.6	235	G	140	31900	28430	121.0	西国電力(株)	1941	1949	70.0	44
40	松尾川	吉野川	松尾川	徳島	P	67.0	195.0	169	G	59	14300	12600	74.6	西国電力(株)	1951	1953	26.0	40
41	六森川	吉野川	大森川	高知	P	73.2	191.0	146	H G	92	19120	17320	118.6	西国電力(株)	1957	1959	21.5	34
42	名頃	吉野川	祖谷川	徳島	P	37.0	119.4	45	G	9	1367	1213	27.0	西国電力(株)	1960	1961	21.2	32
43	北川	五ヶ瀬川	北川	大分	F P	82.0	188.3	66	A	200	41000	34700	525.8	大分県	1962	1962	178.0	31
44	地蔵原	筑後川	地蔵原川	大分	P	21.8	95.3	68	G	25	1858	1846	27.1	九州電力(株)	1941	1941	6.1	71
45	日向神	矢部川	矢部川	福岡	F N P	79.5	146.0	234	G	112	27900	23900	102.1	福岡県	1953	1959	84.3	34
46	上椎葉	耳川	耳川	宮崎	P	110.0	341.0	390	A	266	91550	76000	194.9	九州電力(株)	1950	1955	211.0	38
47	渡川	小丸川	渡川	宮崎	F N P	62.5	173.0	143	G	195	33900	29900	209.1	宮崎県	1951	1955	143.1	38
48	綾南	大淀川	本庄川	宮崎	F P	64.0	194.2	142	G	136	38000	33900	238.7	宮崎県	1953	1958	101.0	35
49	綾北	大淀川	本庄川	宮崎	F P	75.3	190.3	75	A	95	21300	18800	250.7	宮崎県	1957	1960	149.3	33
50	新琴	耳川	柳原川	宮崎	P	59.0	149.5	94	H G	18	3484	1260	13.4	九州電力(株)	1958	1961	40.6	32

凡例

ダムの目的 F: 洪水調節・農地防災、N: 不特定用水・河川維持用水、A: 灌漑・特定(新規)灌漑用水、W: 上水道用水、I: 工業用水道用水、P: 発電
ダムの型式 A: アーチダム、B: バットレスダム、E: アースダム、G: 重力式コンクリートダム、H G: 中空重力式コンクリートダム、R: ロックフィルダム

3. 2. 2 ダムの堆砂量に関するデータ

ダムの堆砂量に関するデータは、「電力土木」をデータソースとした。表3. 2に各貯水池ごとの堆砂量を示す。また、図3. 2に各貯水池の堆砂量の経年変化について示す。

なお、比堆砂量、捕捉率、浚渫等による土砂の排出量、堆砂量の測定方法については、電力土木に記載されていない。

表3. 2中のそれぞれの定義を以下に示す。

「年度」 年度を示す。また、「当初」となっている場合は、竣工時を示す。従って、当初が複数存在する貯水池は、何らかの事情（改築等）により基の竣工時の値が変わっている場合である。

「全貯水容量」 堆砂量の測定によって算定された各年度における全貯水容量を示す。

「有効貯水容量」 堆砂量の測定によって算定された各年度における有効貯水量を示す。

「土砂堆積量」 堆砂量の測定によって算定された各年度における全貯水容量を竣工時の全貯水容量から差し引いた分を土砂堆積量とした。従って、竣工時からその年までの土砂堆積量を示す（累計）。

「年堆砂量」 各年度ごとの土砂堆積量を示す。

「堆砂率」 $\text{「土砂堆積量」} \div \text{「全貯水容量」} \times 100$

「年平均堆砂量」 $\text{「土砂堆積量」} \div (\text{竣工後の期間 (年)})$

「過去10年平均堆砂量」 過去10年間の「年堆砂量」の平均値を示す。

表3. 2 堆砂子一タ一覽表

年度	貯水池名 畑薙第1		水系 大井川	所有者 中部電力	所属発電所 畑薙第1	竣工年月 S37.9	堆砂率 (%)	年平均堆砂量 (1000m3)	過去10年平均 (1000m3)	集水面積 (km2)	土砂堆積量 /集水面積	年堆積量 /集水面積
	全貯水量 (1000m3)	有効貯水量 (1000m3)										
当初	107400	80000								318.0	14.9	15.072
36				4739	4793		4.4					
37	102661	78551										
38								2875.5		318.0	18.1	3.182
39	101649	77892		5751	1012		5.4	2521.7		318.0	23.8	5.704
40	99835	76331		7565	1814		7.0			318.0	31.3	7.484
41	97455	74342		9945	2380		9.3	2486.3		318.0	33.7	2.447
42	96677	73960		10723	778		10.0	2144.6		318.0	36.5	2.814
43	95782	73489		11618	895		10.8	1936.3		318.0	40.2	3.676
44	94613	72697		12787	1169		11.9	1826.7		318.0	46.2	5.950
45	92721	71642		14679	1892		13.7	1834.9		318.0	47.7	1.494
46	92246	71299		15154	475		14.1	1683.8		318.0	50.0	2.393
47	91485	70439		15915	761		14.8	1591.5	2036.1	318.0	50.5	0.453
48	91341	71200		16059	144		15.0	1459.9	1887.0	318.0	52.2	1.723
49	90793	70501		16607	548		15.5	1383.9	1773.2	318.0	56.6	4.374
50	89402	69608		17998	1391		16.8	1384.5	1655.1	318.0	57.5	0.858
51	89129	69588		18271	273		17.0	1305.1	1564.6	318.0	58.5	1.028
52	88802	69811		18598	327		17.3	1239.9	1488.8	318.0	59.3	0.770
53	88557	69631		18843	245		17.5	1177.7	1417.3	318.0	59.4	0.173
54	88502	69715		18898	55		17.6	1111.6	1345.8	318.0	63.4	3.978
55	87237	68824		20163	1265		18.8	1120.2	1287.0	318.0	65.5	2.069
56	86579	68415		20821	658		19.4	1095.8	1254.7	318.0	79.8	14.283
57	82037	66263		25363	4542		23.6	1268.2	1240.9	318.0	89.8	10.000
58	78857	64472		28543	3180		26.6	1322.5	1229.7	318.0	92.0	2.223
59	78150	64642		29250	707		27.2	1271.7	1218.6	318.0	96.1	4.091
60	76849	63387		30551	1301		28.4	1273.0	1213.3	318.0	98.5	2.393
61	76088	63073		31312	761		29.2	1252.0	1210.0	318.0	98.7	0.233
62	76014	63064		31386	74		29.2	1207.2	1215.5	318.0	100.8	2.116
63	75341	62634		32059	673		29.9	1233.0	1222.8	318.0	102.4	1.632
1	74822	62158		32578	519		30.3	1184.7	1227.0	318.0	106.0	3.553
2	73692	61550		33708	1130		31.4	1162.3		318.0		

畑薙第1

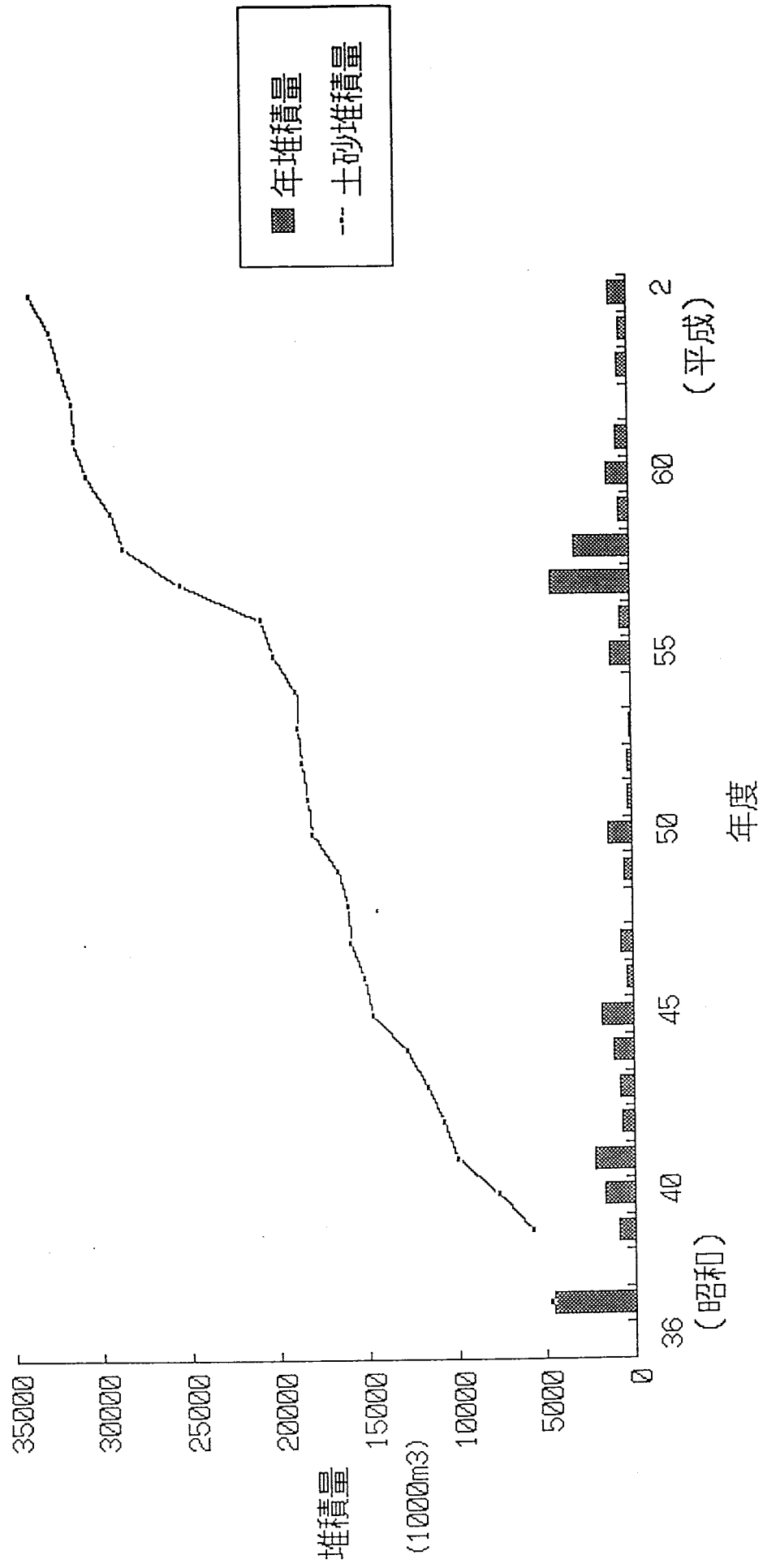


图 3. 2 堆砂量経年変化图

3. 3 集水域の侵食量および侵食速度の推定

3. 2節で収集したダム堆砂資料より、侵食量を推定した。侵食量の考え方を以下に示す。

- ①地山からの土砂生産 <岩盤剥離、崩壊、地すべり、土石流>
- ②河床に堆積。一部は、そのまま流出 <土石流、土砂流、掃流>
- ③ダム堆砂域に土砂流入

このうち、①の土砂生産過程では、地山の応力のかかった状態から、応力解放による見かけの体積の増加が生じる。そのため、空隙を含むようになる。③のダムへの堆砂では、空隙を含んだ状態で堆積する。このため、空隙を考慮する必要がある。

本調査では、ダムの堆砂量により地盤侵食量を推定するため、ダム堆砂量と地盤侵食量の差異を補正する必要がある。ダム堆砂量は、空隙を含んだままの状態を測定を実施し、堆砂量を把握している。したがって、堆砂量は、実際の侵食量よりも見かけ上、大きく算出される。一般に堆砂した土砂の空隙は、約35%程度含んでいる*1。したがって、堆砂量から侵食量に補正する式は以下のようなになる。

$$\text{侵食量} = \text{堆砂量} \times (1 - 0.35) \dots\dots\dots (3.1)$$

空隙率

侵食速度は、侵食量から流域面積を割ることより、算出した。

$$\text{侵食速度} = \text{侵食量} / \text{流域面積} \dots\dots\dots (3.2)$$

表3.3に侵食速度の一覧表を図3.3に経年変化図を作成した。

*1 芦田、他2：河川の土砂災害と対策、1982.7.1、p165

表3.3 侵食データ一覧表

貯水池名 畑薙第1	水系 大井川	所有者 中部電力	所属発電所 畑薙第1	竣工年月 S37.9	流域面積 318			
年度全貯水量 (1000m3)	有効貯水量 (1000m3)	土砂堆積量 (1000m3)	侵食量 (1000m3)	10年間平均 侵食(1000m3)	年堆積量 (1000m3)	年侵食量 (1000m3)	侵食速度 (1000m3/Y/A)	10年間年平均 侵食(1000m3)
当初	80000		3080.4		4793	3115.5	9.797	
36	78551	4739	3738.2		1012	657.8	2.069	
37		5751	4917.3	7812.7	1814	1179.1	3.708	2.219
38		7565	6464.3	8518.4	2380	1547.0	4.865	2.133
39		9945	6970.0	9196.5	778	505.7	1.590	1.702
40		10723	7551.7	9737.7	895	581.8	1.829	1.610
41		11618	8311.6	10249.6	1169	759.9	2.389	1.477
42		12787	9541.4	11116.4	1892	1229.8	3.867	1.249
43		14679	9850.1	11472.9	475	308.8	0.971	1.556
44		15154	10344.8	11876.2	761	494.7	1.556	1.249
45		15915	10438.4	12248.0	144	93.6	0.294	1.121
46		16059	10794.6	12883.7	144	93.6	0.294	1.121
47		16607	11698.7	13106.0	548	356.2	1.120	1.158
48		17998	11876.2	13533.7	1391	904.2	2.843	1.931
49		18271	11876.2	16486.0	273	177.5	0.558	2.552
50		18598	12088.7	18266.8	327	212.6	0.668	2.584
51		18843	12248.0	19012.5	245	159.3	0.501	2.566
52		18898	12283.7	19858.2	55	35.8	0.112	2.666
53		20163	13106.0	20352.8	1265	822.3	2.586	2.614
54		20821	13533.7	20400.9	658	427.7	1.345	2.701
55		25363	16486.0	20838.4	4542	2952.3	9.284	2.796
56		28543	18553.0	21175.7	3180	2067.0	6.500	2.769
57		29250	19012.5	21910.2	707	459.6	1.445	
58		29250	19858.2	22655.2	1301	845.7	2.659	
59		30551	20352.8	23522.2	761	494.7	1.556	
60		31312	20400.9	24422.5	74	48.1	0.151	
61		31386	20838.4	25378	673	437.5	1.376	
62		32059	21175.7	26378	519	337.4	1.061	
63		32578	21910.2	27655.2	1130	734.5	2.310	
1		33708	21910.2		1205.8	783.8	2.465	
2		19638.7	12765.2					
平均								

畑薙第1

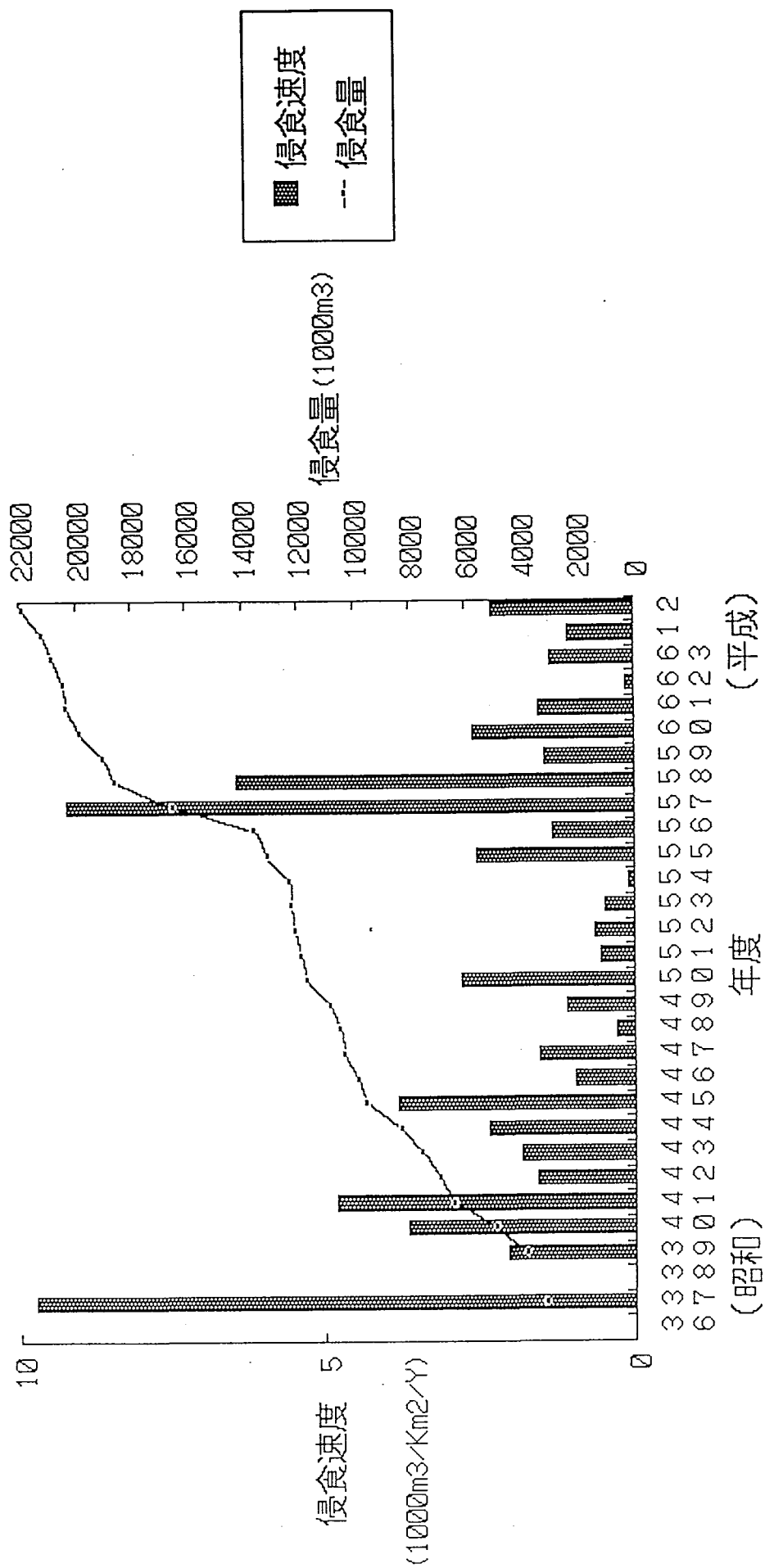


图3. 3 侵食量・侵食速度経年変化图

3. 4 集水域の地形・地質・気候に関するデータの収集・整理

地盤の侵食に影響を及ぼす影響因子を抽出し、それらの因子の特性を関連資料に基づき整理した。

3. 4. 1 高度・起伏量・起伏量比

国土地理院の「国土数値情報」をデータソースとして、標高・起伏量および起伏量比を収集した。収集したデータは、約1kmの大きさのグリッドとした。このデータから、各流域単位での代表値を算定した。表3.4に流域単位での代表値を示した。各地形量の定義を以下に示す。

「高度」 約1km四方のグリッドの内、最も高い地点の標高を最高高度、最も低い地点の標高を最低高度、最高高度と最低高度の平均値を平均高度とした。なお、流域全体の代表値は、最高・最低高度は、それぞれ各グリッドごとのデータのうちの極値を、平均高度は、各グリッドの平均値を用いた。

「起伏量」 約1km四方のグリッドの内、最も高い地点の標高と最も低い地点の標高の差を起伏量とし、流域内全体の代表値として、最高・最低起伏量は、それぞれ各グリッドごとのデータのうちの極値を、平均起伏量は、それぞれ各グリッドの平均値を用いた。

「起伏量比」 流域内の代表値である最高標高と最低標高の差を主谷長で除した値。主谷長は、地形図を計測することによって算出した（曲線の長さ）。

3. 4. 2 地質

国土地理院の「国土数値情報」をデータソースとして、地質データを収集した。収集したデータは、約1kmの大きさのグリッドとした。このデータから、各流域の代表値を抽出した。なお、地質のデータは、

昭和40年代に作成された土地分類図のデータである。図3.4に一例（島根県）を示す。

地質の区分は動然の区分（以下の①～⑧）を基に、国土数値情報の地質コードを用いた動然の区分以外の地質（未固結堆積物）は“⑨その他”とした。なお、国土数値情報で区分不可能（時代不詳等）な場合は、地質図（1/20万，土地分類図の地質図）を用いて、地質区分を行った。

①花崗岩類…花崗岩，花崗斑岩，石英斑岩，石英閃緑岩，
石英閃長岩，文象斑岩，珪長岩，片麻岩，

ヒシ岩

②斑レイ岩類…斑レイ岩，閃緑岩，変斑レイ岩，角閃岩，
超塩基性岩（超苦鉄質岩）

③流紋岩類…流紋岩，デイサイト

④玄武岩類…玄武岩，安山岩，安山岩質集塊岩及び凝灰

岩

⑤新第三紀堆積岩…砂岩，泥岩，礫岩，凝灰岩

⑥先新第三紀堆積岩…砂岩，泥岩，礫岩，チャート，粘
板岩，凝灰岩，輝緑岩，輝緑凝灰

岩

⑦石灰岩…石灰岩

⑧結晶片岩類…結晶片岩，千枚岩，雲母片岩，超塩基性
岩〔超苦鉄質岩（蛇紋岩）〕，ホルンフ

ェルス

⑨その他…未固結堆積物，ローム，碎屑物

は動然の区分に追加した岩石名である。

貯水池の地質の代表カテゴリーは、占有率の最も大きい地質とした。

表3.5に各貯水池の地質占有率を示す。

3. 4. 3 植生

環境庁発行の1/200,000 植生図をデータソースとした。図3. 5に植生図を示す。なお、植生図も地質同様に、貯水池の代表カテゴリーとして最も大きい占有率の植生とした(表3. 6参照)。なお、植生の区分は以下の通りとした。

植生区分

針葉樹

広葉樹

草地

裸地

竹林

混交林

伐採跡地

その他

3. 4. 4 気温・降雨量

アメダスデータおよび気象庁、地方気象台資料を収集した。ただし、1貯水池に関して1観測所を原則とし、隣接するダム流域があった場合には、1観測所のデータを共有することとした。また、ダム堆砂資料と整合を図るために、昭和36年以降のデータを収集した。なお、観測所の移動や統廃合に伴ない、連続してデータのない場合には、適宜隣接する観測所のデータを引用した。表3. 7に観測所一覧表を表3. 8に気温・降水量一覧表の一例(畑薙第一)を示す。また、図3. 6および7に気温・降水量の経年変化図を示す。なお、洪水関連資料については、公けにされていない資料(依頼文書等が必要)であるので、収集していない。

表 3. 4 各ダムの地形データ

流域番号	流域名称	最高標高	最高標高	最低標高	平均標高	最大起伏	起伏	最小起伏	平均起伏	起伏比	図面名
1	大夕張	1380	285	631.99	710	0	230.68	0.20	夕張	夕張	
2	戸別	1515	405	741.84	630	122	272.71	0.19	戸別	夕張	
3	外山	950	220	585.57	590	90	308.86	0.05	外山	夕張	
4	野区	990	625	785.91	250	60	134.20	0.06	野区	夕張	
5	荒谷	1820	1560	1663.69	480	160	272.50	0.13	荒谷	夕張	
6	八木	1470	304	724.65	590	110	352.24	0.20	八木	夕張	
7	八木	1475	505	897.28	650	170	382.62	0.09	八木	夕張	
8	八木	1414	540	909.29	1080	120	382.18	0.13	八木	夕張	
9	八木	1895	500	1197.09	700	0	410.48	0.19	八木	夕張	
10	八木	2865	858	1981.16	1894	280	905.34	0.19	八木	夕張	
11	八木	930	255	579.54	550	180	335.77	0.05	八木	夕張	
12	八木	2350	1220	1591.10	530	125	280.01	0.08	八木	夕張	
13	八木	1225	590	841.48	645	145	360.27	0.16	八木	夕張	
14	八木	1790	1125	1403.23	520	0	304.71	0.10	八木	夕張	
15	八木	2700	1520	2197.00	1040	180	511.25	0.14	八木	夕張	
16	八木	1486	300	898.72	620	140	346.83	0.05	八木	夕張	
17	八木	1585	1375	1480.91	440	170	261.82	0.12	八木	夕張	
18	八木	2579	945	1351.78	580	110	292.83	0.14	八木	夕張	
19	八木	514	315	452.53	510	210	282.12	0.09	八木	夕張	
20	八木	1081	820	932.88	360	80	179.06	0.05	八木	夕張	
21	八木	1585	515	901.38	890	150	457.32	0.12	八木	夕張	
22	八木	815	160	427.56	540	130	309.80	0.11	八木	夕張	
23	八木	1070	195	516.96	560	130	321.92	0.06	八木	夕張	
24	八木	1315	510	829.61	480	0	301.14	0.09	八木	夕張	
25	八木	970	710	835.28	380	60	199.44	0.15	八木	夕張	
26	八木	1180	605	865.55	640	80	269.59	0.12	八木	夕張	
27	八木	869	290	478.44	390	60	210.84	0.06	八木	夕張	
28	八木	1045	755	864.65	380	27	185.35	0.06	八木	夕張	
29	八木	970	335	610.15	430	90	238.66	0.13	八木	夕張	
30	八木	1070	565	737.40	360	63	185.77	0.12	八木	夕張	
31	八木	1035	365	575.40	420	50	201.86	0.18	八木	夕張	
32	八木	935	180	480.58	510	55	270.93	0.14	八木	夕張	
33	八木	1059	515	721.70	460	40	228.04	0.05	八木	夕張	
34	八木	1010	440	621.75	495	26	192.75	0.08	八木	夕張	
35	八木	800	435	571.45	320	60	150.10	0.18	八木	夕張	
36	八木	780	230	512.17	460	140	293.00	0.05	八木	夕張	
37	八木	450	115	271.99	370	30	198.51	0.08	八木	夕張	
38	八木	613	250	424.36	390	80	215.35	0.08	八木	夕張	
39	八木	1580	765	1094.21	820	190	416.05	0.12	八木	夕張	
40	八木	1585	970	1196.45	520	170	355.53	0.10	八木	夕張	
41	八木	1470	805	1001.30	580	220	329.57	0.13	八木	夕張	
42	八木	1700	1065	1403.12	660	310	467.50	0.11	八木	夕張	
43	八木	1425	190	413.67	620	50	238.47	0.10	八木	夕張	
44	八木	1225	812	921.27	410	75	184.55	0.05	八木	夕張	
45	八木	960	354	619.90	430	160	272.11	0.14	八木	夕張	
46	八木	1575	575	1028.32	680	190	401.21	0.05	八木	夕張	
47	八木	1300	355	687.63	600	140	328.53	0.06	八木	夕張	
48	八木	835	380	586.35	469	89	255.40	0.05	八木	夕張	
49	八木	1020	400	679.22	630	190	358.87	0.17	八木	夕張	
50	八木	1100	495	730.05	510	240	367.16	0.13	八木	夕張	

表3.5(1) 地質占有率一覽表

地質分布一覽表			上段：地質（略番） 中段：面積（ピクセル数） 下段：百分率（%）										
流域番号	流域名	県名	占有率									合計	
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位		
1	大夕張	北海道	6	8	9								
			401	87	15								503
			79.73	17.3	2.98								100
2	芦別	北海道	6										
			162										162
			100										100
3	目屋	青森	5	4	6	3	0						
			136	37	35	2	1						211
			64.46	17.53	16.59	0.95	0.47						100
4	外山	岩手	6	9									
			44	2									46
			95.65	4.35									100
5	野反	群馬	3	5	1	4	0						
			5	5	1	1	4						16
			31.25	31.25	6.25	6.25	25						100
6	荒沢	山形	1	5	4	3	6	9	8				
			95	47	20	18	5	4	2				191
			49.74	24.61	10.47	9.42	2.62	2.09	1.05				100
7	八久和	山形	1	3	4	5							
			132	11	10	1							154
			85.72	7.14	6.49	0.65							100
8	木地山	山形	1										
			68										68
			100										100
9	小河内	東京山梨	6	1	8	9	0						
			218	57	8	8	2						293
			74.4	19.45	2.73	2.73	0.68						100
10	畑薙第一	静岡	6	9	0								
			376	5	1								382
			98.43	1.31	0.26								100
11	笹間川	静岡	6	9									
			91	3									94
			96.81	3.19									100
12	三浦	長野	3	4									
			53	37									90
			58.89	41.11									100
13	笹生川	福井	6	1									
			82	9									91
			90.12	9.89									100
14	有峰	富山	6	4	3	1	0						
			50	8	6	2	2						68
			73.53	11.76	8.82	2.94	2.94						100
15	黒部貯水	富山	1	6	4	9	3	2	0				
			145	20	17	17	5	1	3				208
			70.55	9.34	7.95	7.95	2.34	0.47	1.4				100
16	室牧	富山岐阜	1	4	5	9							
			82	23	7	1							113
			72.57	20.35	6.19	0.88							100
17	祐延	富山	6	1	3	4							
			8	1	1	1							11
			72.73	9.09	9.09	9.09							100
18	秋神	岐阜	3	4	6	1	9						
			78	29	9	2	2						120
			65	24.16	7.5	1.67	1.67						100
19	武周湖	福井	6	5	4								
			13	3	1								17
			76.47	17.65	5.88								100

表 3. 5 (2) 地質占有率一覽表

地質分布一覽表			上段：地質(略番) 中段：面積(ピクセル数) 下段：百分率(%)									
流域番号	流域名	県名	占有率									合計
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	
20	黒田	愛知	8	1								
			9	8								17
			52.94	47.06								100
21	坂本	三重 奈良	1	6	0							
			94	18	2							114
			82.48	15.79	1.75							100
22	七川	和歌山	6	5	1							
			85	13	1							99
			85.85	13.13	1.01							100
23	殿山	和歌山 奈良	6									
			328									328
			100									100
24	引原	兵庫 鳥取	4	3	1	2						
			48	20	2	1						71
			67.61	28.17	2.82	1.41						100
25	恩原	岡山	4	1	3	8	9					
			7	6	3	1	1					18
			38.89	33.33	16.67	5.56	5.56					100
26	立岩	広島	6	1	3	4	5	9	2			
			84	26	26	6	6	5	2			155
			54.2	16.77	16.77	3.87	3.87	3.23	1.29			100
27	渡ノ瀬	広島	1	6	9	5						
			77	9	7	5						98
			78.57	9.18	7.14	5.1						100
28	樽床	広島	3	1	5	9	0					
			31	11	3	2	2					49
			63.26	22.45	6.12	4.08	4.08					100
29	周布川 第一	島根	5	1	3	2	9	4				
			57	34	6	4	4	1				106
			53.77	32.07	5.66	3.77	3.77	0.94				100
30	王泊	広島	3	1	5	2	9	4	0			
			128	15	6	2	2	1	1			155
			82.69	9.62	3.85	1.28	1.28	0.64	0.64			100
31	来島	島根	1	5	3	2	9	4	0			
			100	41	13	11	7	2	2			176
			56.82	23.3	7.39	6.25	3.98	1.14	1.14			100
32	八戸	島根	5	1	4	9	2	3				
			114	29	7	5	3	3				162
			70.81	18.01	4.35	3.11	1.86	1.86				100
33	高暮	島根	3	1	9	5	4	0				
			88	38	20	19	12	1				178
			49.44	21.35	11.24	10.67	6.74	0.56				100
34	湯原	岡山	1	9	4	8	3	5	0			
			91	76	65	40	8	1	2			283
			32.16	26.85	22.96	14.13	2.83	0.35	0.71			100
35	帝釈川	広島	6	7	1	2	4	5	9			
			67	30	25	8	2	2	2			136
			49.26	22.06	18.38	5.88	1.48	1.47	1.47			100
36	佐波川	山口	3	6	4	5	9					
			75	17	10	4	3					109
			68.81	15.6	9.18	3.67	2.75					100
37	木屋川	山口	6	4	3	9	0					
			68	20	9	3	2					102
			66.67	19.61	8.82	2.94	1.96					100
38	佐々波川	山口	3	1	6	4	8	9				
			94	7	4	2	2	1				110
			85.45	6.37	3.64	1.82	1.82	0.91				100

表3. 5 (3) 地質占有率一覽表

地質分布一覽表			上段：地質（略番）			中段：面積（ピクセル数）			下段：百分率（%）			合計
流域番号	流域名	県名	占有率									
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	
39	長沢	高知	8	6								
			81	3								84
			96.43	3.57								100
40	松尾川	徳島	8	9								
			37	1								38
			97.37	2.63								100
41	大森川	高知	8									
			23									23
			100									100
42	名頃	徳島	6	8								
			29	3								32
			90.62	9.38								100
43	北川	大分	6	4	1	7	9	5				
			172	14	4	4	4	1				199
			86.44	7.04	2.01	2.01	2.01	0.5				100
44	地蔵原	大分	9	4								
			6	5								11
			54.54	45.45								100
45	日向神	福岡	4	8	5							
			67	20	13							100
			67	20	13							100
46	上椎葉	宮崎	6	1	7	8						
			225	3	1	1						230
			97.83	1.3	0.43	0.43						100
47	渡川	宮崎	6									
			95									95
			100									100
48	綾南	宮崎	6	9	0							
			92	3	2							97
			94.85	3.09	2.06							100
49	綾北	宮崎 熊本	6	9								
			161	3								164
			98.17	1.83								100
50	諸塚	宮崎	6									
			55									55
			100									100

表3.6(1) 植生占有率一覽表

植生分布一覽表 上段：植生 中段：面積(km2) 下段：百分率(%)

流域番号	流域名	県名	占有率							合計
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	
1	大夕張	北海道	広葉樹	針葉樹	混交林	その他	伐採跡	草地		443
			332.5	76.15	25.8	6.05	2.25	0.25		100
2	芦別	北海道	広葉樹	混交林	その他	針葉樹				123
			84.5	36.05	2.05	0.4				100
3	目屋	青森	広葉樹	針葉樹						171.6
			120.7	41.95						100
4	外山	岩手	草地	その他	針葉樹	広葉樹				37.7
			14.5	10.8	10.35	2.05				100
5	野反	群馬	草地	針葉樹	その他	広葉樹				9.3
			3.90	3.15	1.95	0.3				100
6	荒沢	山形	広葉樹	針葉樹	伐採跡	その他	草地			162
			138.6	12.7	5.25	4.9	0.55			100
7	八久和	山形	広葉樹	針葉樹	草地	その他	伐採跡			148.4
			135	6.95	2.95	2	1.55			100
8	木地山	山形	広葉樹	針葉樹	その他	伐採跡	草地			63
			59.1	2.75	0.5	0.45	0.2			100
9	小河内	東京山梨	広葉樹	針葉樹	草地	伐採跡	その他			262.95
			165.3	69.75	13.05	10.7	4.2			100
10	畑薙第一	静岡	広葉樹	針葉樹	草地	その他	伐採跡			318
			204.3	94.15	7.7	7.05	4.8			100
11	笹間川	静岡	針葉樹	広葉樹	その他					68
			63	4.05	0.95					100
12	三浦	長野	針葉樹	広葉樹	その他					69.4
			36.3	30.6	2.5					100
13	笹生川	福井	広葉樹	針葉樹	その他	草地	伐採跡			70.7
			55.85	10.35	2.25	1.95	0.3			100
14	有峰	富山	広葉樹	その他	草地					49.9
			43.45	3.45	3					100
15	黒部貯水	富山	広葉樹	針葉樹	草地	その他				184.5
			103.8	71.25	4.9	4.55				100
16	室牧	富山岐阜	広葉樹	針葉樹	伐採跡	草地	その他			84
			74.15	5.5	2.7	0.95	0.7			100
17	祐延	富山	広葉樹	その他						6.8
			6.35	0.45						100
18	秋神	岐阜	広葉樹	針葉樹	草地	その他	伐採跡			83.3
			41.65	32	3.9	3.45	2.3			100
19	武周湖	福井	針葉樹	広葉樹	その他					9
			5.85	3.05	0.1					100

表3. 6 (2) 植生占有率一覧表

植生分布一覧表		上段：植生	中段：面積 (km ²)		下段：百分率 (%)					合計	
流域番号	流域名	県名	占有率								
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位		
20	黒田	愛知	針葉樹	その他	広葉樹	草地					7.7
			6.4	0.9	0.35	0.05					
21	坂本	三重 奈良	針葉樹	伐採跡	広葉樹	その他					77
			45.15	21.75	9.8	0.3					
22	七川	和歌山	針葉樹	広葉樹	その他						102
			74.2	27	0.8						
23	殿山	和歌山 奈良	針葉樹	広葉樹	伐採跡	その他					294
			227.2	62	4.1	0.7					
24	引原	兵庫 鳥取	針葉樹	広葉樹	その他	草地	混交林				48.2
			28.35	16.2	2.85	0.4	0.4				
25	恩原	岡山	草地	広葉樹	伐採跡	針葉樹	その他				8.1
			3.05	2	1.6	1	0.45				
26	立石	広島	針葉樹	広葉樹	伐採跡	その他	草地				129.6
			61.6	50.2	14.65	2.65	0.5				
27	渡の瀬	広島	針葉樹	その他	伐採跡	広葉樹	草地				76
			60.55	11.45	3.1	0.6	0.3				
28	樽床	広島	広葉樹	針葉樹	その他	草地	伐採跡				39.5
			23.3	6.45	6	2.95	0.8				
29	周布川第一	島根	広葉樹	草地	針葉樹	その他	混交林	伐採跡			92.3
			59.25	22.4	5.35	2.7	1.55	1.05			
30	王泊	広島	針葉樹	広葉樹	その他	草地	伐採跡				123.85
			55.65	51.1	12.7	2.65	1.75				
31	来島	島根	広葉樹	針葉樹	その他	伐採跡					140.2
			70.75	45.9	21.15	2.4					
32	八戸	島根	広葉樹	針葉樹	その他	伐採跡	草地				164
			97.6	45.2	17.4	3.5	0.3				
33	高暮	島根	針葉樹	伐採跡	混交林	広葉樹					159.3
			99.45	42.35	10.45	7.05					
34	湯原	岡山	広葉樹	その他	針葉樹	伐採跡	草地				255
			141.1	34.1	33.1	33.05	13.65				
35	帝釈川	広島	広葉樹	針葉樹	その他	伐採跡	草地				120
			65.45	40.4	12.5	1.4	0.25				
36	佐波川	山口	針葉樹	広葉樹	その他	混交林	草地				88.4
			83.9	2.75	1.45	0.25	0.05				
37	木屋川	山口	針葉樹	その他	広葉樹						84.1
			80.85	2.75	0.5						
38	佐々波川	山口	針葉樹	広葉樹	草地	その他					91.5
			85.25	4.95	0.7	0.6					

表 3. 6 (3) 植生占有率一覽表

植生分布一覽表		上段：植生	中段：面積 (km ²)				下段：百分率 (%)			合計	
流域番号	流域名	県名	占有率								
			1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位		
39	長沢	高知	針葉樹	広葉樹	草 地	その他					70
			48.6	19.25	1.35	0.8					100
40	松尾川	徳島	針葉樹	広葉樹	草 地	伐採跡	その他				26
			16.85	5.9	1.7	1.35	0.2			1	100
41	大森川	高知	針葉樹	その他	広葉樹	草 地					21.5
			19.55	1.2	0.6	0.15					100
42	名頃	徳島	広葉樹	その他	草 地	針葉樹					21.2
			14.65	2.65	2.05	1.85					100
43	北川	大分	広葉樹	針葉樹	その他	草 地					178
			86.75	71.75	17.75	1.75					100
44	地蔵原	大分	草 地	広葉樹	その他	針葉樹					6.1
			2.25	2.2	1.1	0.55					100
45	日向神	福岡	針葉樹	その他	広葉樹						84.3
			71.8	6.5	6						100
46	上椎葉	宮崎	広葉樹	針葉樹	その他	草 地					211
			121.2	83.65	4.5	1.7					100
47	渡川	宮崎	広葉樹	針葉樹	その他						80
			48.6	29.65	1.75						100
48	綾南	宮崎	針葉樹	広葉樹	その他	伐採跡	草 地	竹 林			87.15
			68.5	8.7	4.8	3	1.95	0.2			100
49	綾北	宮崎 熊本	針葉樹	広葉樹	伐採跡	その他					149.3
			102.2	42.25	2.5	2.35					100
50	諸塚	宮崎	広葉樹	針葉樹							40.6
			37.3	3.3							100

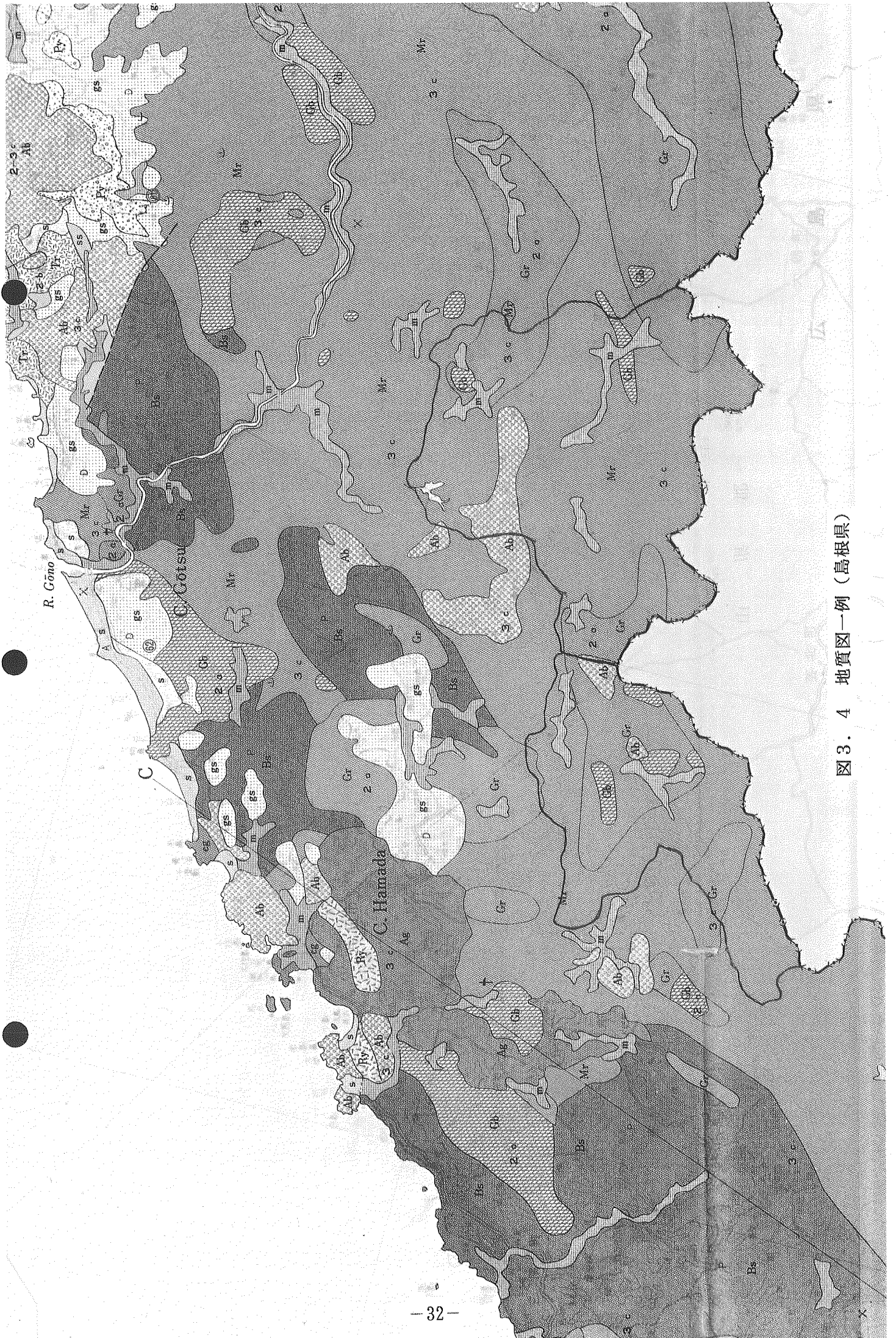
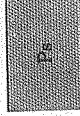


図 3. 4 地質図一例 (島根県)

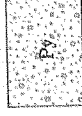
凡例

東部日原附近と六日市附近に広く露出する。また羽後美村口の礫...

顕変成ないし非変成古生層



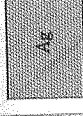
火山砕屑物



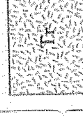
ローム (浮石を含む)



集塊岩、凝灰角礫岩



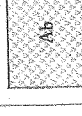
凝灰岩質岩石



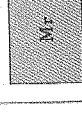
流紋岩質岩石 (粗面岩を含む)



安山岩質岩石 (玄武岩・石英安山岩を含む)



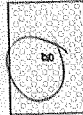
中生代酸性火山岩類



沖積世

松江市本任町の一部に分布するほかは局地的に小河谷にそって点在するにすぎない...

礫がら堆積物



比較的に広い沖積地が海に面する海岸地域に幅広く分布して、砂丘を構成するもの...

砂がら堆積物



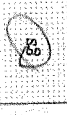
宍道湖西岸の鹿川平野・松江市・安来市の外、海岸平野の内陸側、山間の谷底平地に分...

泥がら堆積物



東中部の大江山周辺から益田市海岸近くにかけて100-300mの台地平坦面を構成す...

砂層



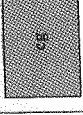
洞院村神西湖、温泉津町鷲峰寺、江津市江川の東岸・益田市の礫湖池に附近にごく断片...

砂層



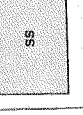
礫岩を主とし、砂岩・泥岩・凝灰岩などの層がはさまれる。礫は大豆大ないしコブシ...

礫岩



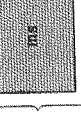
砂岩を主とし、泥岩・礫岩・凝灰岩がしばしばはさまれる。一般に鳥居半島部ではその...

砂岩



泥岩を主とし、しばしば凝灰岩の層をはさまる特徴であり、まれに砂岩層が発達す...

泥岩



尾名・久利層・古江層・半切層・成相寺層の一部を占める。

中生代固結堆積物



洪積世

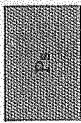
火山性岩石

第三紀

中生代

泉西部日原附近と六日市附近に広く露出する。また羽須美村口羽附近にも小露出が見られる。岩質的にはチャートをはさまる粘板岩を主体とし、これを貫く火成岩類との境附近では幅数百米にわたってホルンフェルス化作用をうけている場合がある。一般に緻密堅硬であるが断層によつて切られることが多い。その附近では小岩塊に破砕されて小規模な崩壊をおこすことがよくある。秋吉周辺の古生層に対比されているから、二疊紀の堆積物と考えられる。

弱変成ないし非変成古生層



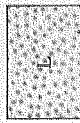
軽石流・火砕流およびその二次堆積物からなり、しばしば火山灰をばさむ。大江高山・三瓶山周辺の山麓に広く分布する外、大田市街地に台地状をなして分布する。溶結はせず固結度は一般に中程度であるが、古いものほどまっている。浸食をうけやすく、急崖をつくることが多い。大豆大～人頭大の軽石・輝岩片、パンは火砕山輝等をぶくみ風化程度は微弱である。大江高山周辺のものは洪積世初期、三瓶～大田方面のものは洪積世末から沖積世にかけての堆積物である。

火山砕屑物



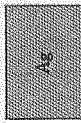
三瓶山起源のもの鳥取県大山起源の二種があり、鳥根半島をのぞく県東部の台地の一部に小範囲で点在する。松江市南部では礫層を覆って堆積しており、ミソツチ等と俗称されている。浮石から砂質ロームへ漸移する層を1単位としてふつう2～3層の堆積がみられるが、時に4層が認められる。浮石はゴマ粒大から大豆大で、指頭で容易につぶせる程度に風化しており、小粒のものほど風化が著しい。ほとんどもが陸上の堆積であるが、まれに水中堆積や、水流による二次堆積によるものがある。

ローム (浮石を含む)



凝灰角礫岩および、いわゆる集塊岩(火山角礫岩・自破砕岩等)を主とし、一部に溶岩状の安山岩・流紋岩および凝灰岩類がばさまれるほか、まれに泥岩・砂岩の薄層をばさむ。角礫の大部分は安山岩類からなるが、流紋岩・花崗岩・泥岩などの岩片もふくまれる。一般に風化程度は微弱であり、風化物は角礫状を示すにすぎない。形成時代は第三紀であり、大森層および川合層の一部と波多層の大部分を占める。

集塊岩・凝灰角礫岩



火山碎砕岩を主とするが、地表的には角礫凝灰岩ないし細粒凝灰岩からなり、泥岩・砂岩の厚層がばさまれる。流紋岩類がばさまれるほか、まれに泥岩・砂岩の薄層をばさむ。色化を示しているいわゆる「クリンタフ」をなす。緑色化の顕著な凝灰岩では地衣類附近に粘土化が著しく、泥質風化物が形成されていることが多い。鮮色化が微弱な凝灰岩では、風化物は角礫状ないし砂質である。形成時代は第三紀で、松江層・大森層・川合層・成相寺層・波多層のそれぞれ一部と久利層の大部分を占める。

凝灰岩質岩石



斜長流紋岩を主とし、隱岐島では流紋岩のほか、アルカリ粗面岩が分布する。一部では自破砕岩として角礫状を示すが、しかし基質は流紋岩からなる。まれに流紋岩質凝灰角礫岩がばさまれる。一般に堅硬な岩石であり、分布にそつて急峻な山体を示す。風化程度は微弱であり、風化物は角礫状である。形成時代は、隠岐島では第四紀洪積世と推定されているが、それ以外は第三紀であり、久利層と波多層の一部に発達する。

流紋岩質岩石 (粗面岩を含む)



各種の安山岩を主とし、一部では石英安山岩・玄武岩・粗粒玄武岩からなる。安山岩と玄武岩の大部分は溶岩流をなし、しばしば同質の凝灰角礫岩をばさむ。石英安山岩と粗粒玄武岩は貫入岩体として局地的に分布する。石英安山岩は風化程度微弱で、角礫状ないし砂状の風化物を、安山岩と玄武岩は風化が進み泥質風化物が発達する。粗粒玄武岩は最も風化が顕著であり、玉ネギ状の風化をへて暗褐色泥質風化物を形成する。第四紀～第三紀にかけての各時代に噴出ないし貫入したもので、沖積層・布志名層および古浦層以外にはすべてその地層にはばさまれる。露的には洪積世後期と大森層である。

安山岩質岩石 (玄武岩・石英安山岩を含む)



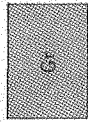
後期中生代酸性火山岩類を総称する。江川以西の石見地方、江川以東の青梁山地附近に広く分布する。岩質的には石英安山岩・流紋岩に相当する火砕流堆積物を主構成岩とし、溶結作用、脱玻璃作用、ホルンフェルス化作用等を著しく受けている。風化作用に対して強く、急傾斜をなす斜面をつくりやすい。豪雨時における山くずれや土石流の発生率が高い。浦河世からヘトナイ世にわたる上部白亜系に属するものとみられるが、一部には古第三紀にまたがる可能性もある。

中生代酸性火山岩類



酸性深成岩類および花崗岩質片麻岩・石英閃緑岩類に広く露出する三成型花崗岩・大東型花崗閃緑岩。底盤状の貫入岩体から、岩株状あるいは岩帯状の輝岩である。岩質は粗粒ないし細粒の花崗岩・アマメロ岩片麻岩は花崗岩化作用によるものであろう。花崗閃緑片麻岩はよく見られ、火成起源のものには白磁の花崗片麻岩はその変成時代をジュウ紀とする見方

花崗岩類 (花崗岩・片麻岩を含む)



中性から塩基性にわたる深成岩類を総称する。県下で散在し、普通県東部では底盤状花崗岩の捕獲岩理と入岩体としての性格をもつ。岩質的には粗粒から細粒岩に相当するものがほとんどで、多くは一つの貫入岩体として、風化斑岩ではよく地すべり性消滅を発生している。第三紀にわたると考えられる。

斑新岩



Ps, Mr, Gr等に貫入する脈岩として産し、多くは花崗斑岩、花崗閃緑岩等に相当する。普通は幅数米の花崗斑岩に属する大規模な脈岩が石見西部の延見、片斑岩類は、一般に風化作用に対して強く、固面状の岩水層の性格をおびやすく、災害の原因となる事がある。一応白亜紀末頃の貫入岩と考慮したい。

斑岩類

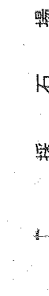
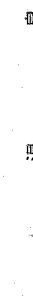
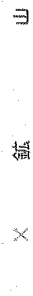
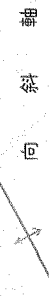
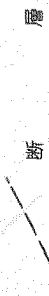


県西部、益田附近から北東進して江津附近まで分布するが江津附近のものはかなり緑色片岩も混在している。断層線が著しく発達し、しばしば断層に沿う崩壊現象もよく見られ、わけでも凝灰石綿雲母片岩をなすもので、時代は未詳であるが、上部石炭紀から二

片岩類



付加記号



① ボーリング柱状図地点及び番号

② 露頭柱状図地点及び番号

見られる
附近では
硬である
軽をおこ
えられる。

江高山・
はせず
急崖を
み風化理
積世末か

の台地の一
等と俗称
が堆積がみ
つふせる程
が、まれに
の

一 35
三

の。泥岩・
はしばは理
附近で粘
土岩では、
層・成相

一部では
自質疑応角
風化理
に堆定され

安山岩と
山岩と粗粒
礫状ないし
ま岩は層
の。第三紀
層以外には

U地附近に
成岩とし、
手用に対し
り発生至か
一部には古

古生代

第四紀

第三紀

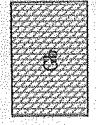
深成岩

変成岩

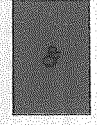
花崗岩類
(花崗閃緑
岩・片麻
岩を含む)



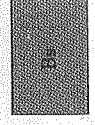
斑 岩



斑 岩 類



片 岩 類



付 加 記 号



X 山
∩ 温
↑ 採 石 場

① ボーリング柱状図地点及び番号

⑤ 露頭柱状図地点及び番号

酸性深成岩類および花崗岩質片麻岩・石英閃緑岩を総称する。火成起源のものは県東部に広く露出する三成型花崗岩・大東型花崗閃緑岩、江川沿いに分布する出羽型花崗岩など底盤状の貫入岩体から、岩株状あるいは岩盤状の規模をもつ貫入岩体までその産状は複雑である。岩質は粗粒ないし細粒の花崗岩・アタメロ岩・花崗閃緑岩に相当する。花崗岩質片麻岩は花崗岩化作用によるものであろう。花崗閃緑岩は特に風化をうけやすく、節理面に沿う山くずれをおこしやすい。火成起源のものは白亜紀後半から古第三紀の貫入で、隠岐の花崗片麻岩はその変成時代をジュラ紀とする見方が強い。

中性から塩基性になつた深成岩類を総称する。県下全域に岩株状・岩盤状の規模をもつて散在し、普通県東部では底盤状花崗岩の捕獲岩塊として、県西部ではMrやPsを貫く貫入岩体としての性格をもつ。岩質的には粗粒から細粒にわたる石英閃緑岩・閃緑岩・斑紋岩に相当するものがほとんどで、多くは一つの貫入岩体内部においてこれらが複雑に分化している。風化斑状岩ではよく地すべり性崩壊を発生する。貫入時期は白亜紀後半から古第三紀にわたると考えられる。

Ps, Mr, Gr等に貫入する脈岩として産し、多くは石英正長石斑岩、石英斜長石斑岩、花崗斑岩、花崗閃緑斑岩に相当する。普通は幅数米の小規模な岩脈状脈岩として産するが花崗斑岩に属する大規模な脈岩が石見西部の匠見、六日市地区に知られている。これらの斑岩類は、一般に風化作用に対して強く、周囲の岩石が含水地殻を形成する場合には不透水層の性格をおびやすく、災害の原因となる事がある。Mrを貫くが、一部Grの貫入を受けている。一応白亜紀末頃の貫入岩と考えたい。

県西部、益田附近から北東走して江津附近まで分布している。主として黒色片岩からなるが江津附近のものではかなり鮮色片岩も混っている。これらの片岩類には断層粘土を伴う断層線が著しく発達し、しばしば断層に沿う崩壊をひきおこす。また片理面に沿う崩壊現象もよく見られ、わけても緑泥石絹雲母片岩に著しい。いわゆる三部変成岩の一部をなすもので、時代は未詳であるが、上部石炭紀から二疊紀にかけての堆積物と考えられる。

中生代

古生代

Table with geological periods: P (古生代), M (中生代), Tp (古第三紀), Tn (新第三紀), D (洪積世), A (沖積世)

Table with rock properties: 岩体のかたさ (軟, 中, 硬) and 岩片のかたさ (軟, 中, 硬) with corresponding values for wave velocity and compressive strength.

静岡

Actual Vegetation

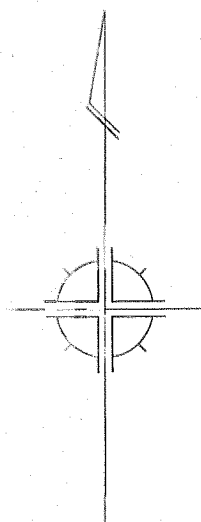
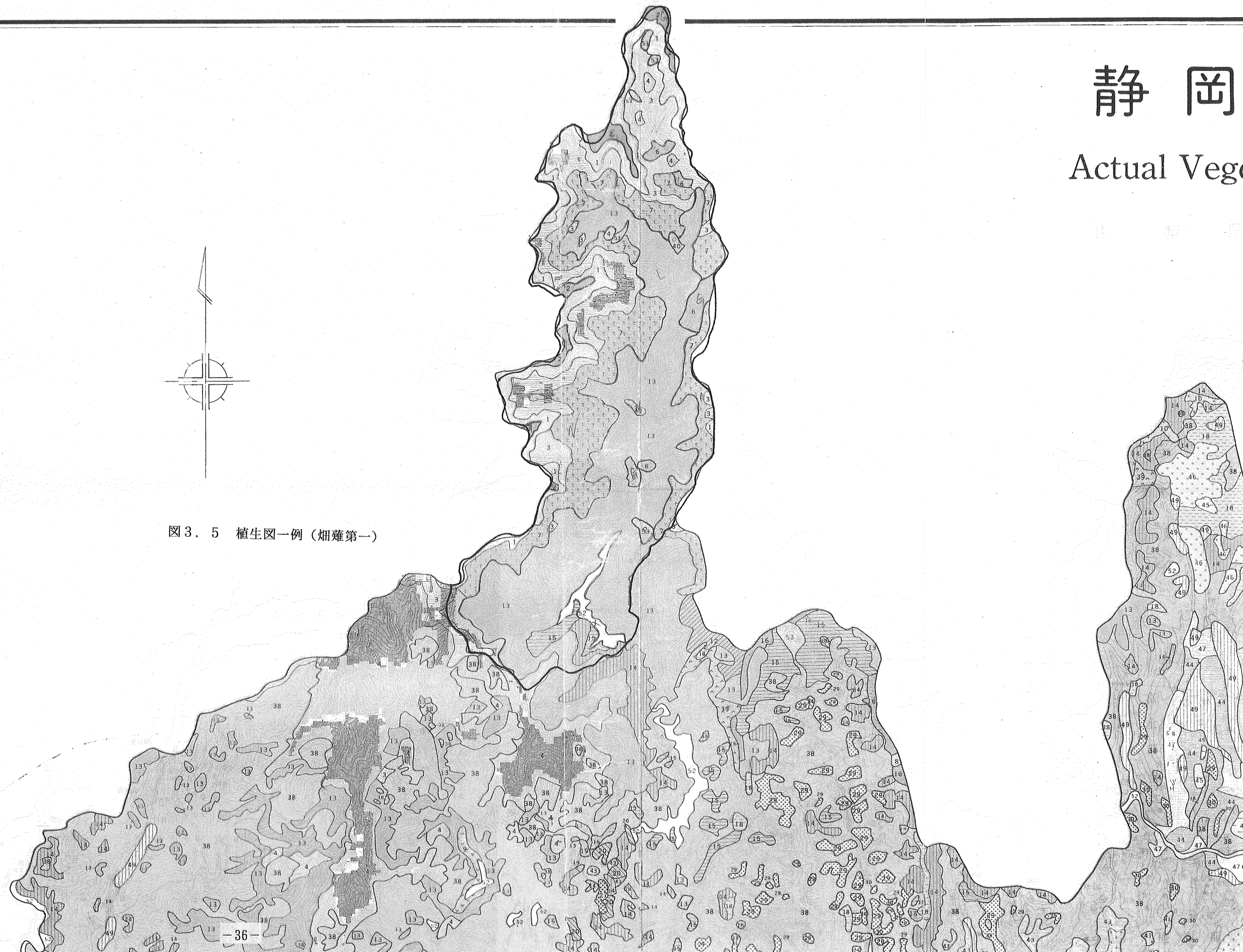


图3.5 植生图一例(畑薙第一)



凡例
Legend

ヤブノバキクラス域代償植生
Substitutional Communities in Camellietea japonicae Region

19	クスキョウコナカラ群落 Quercus laevis-Quercus serrata community
20	シイ・カン萌芽林 Castanopsis, Cyclobalanopsis coppice forest
21	ヤマツツジ・アケマツ群落 Rhododendro-Pinetum azamanum
22	モチツツジ・アケマツ群落 Rhododendron macrosepalum-Pinus densiflora community
33	クロマツ群落 Pinus thunbergii community
34	アスマネササ・ススキ群落 Arundinaria chinensis-Miscanthus sinensis
35	チガキ・ススキ群落 Imperata cylindrica var. koenigii-Miscanthus sinensis community

河辺・湿原・塩生地・砂丘 (各クラス域共通)
River-side, Moor, Salt marsh and Dune

36	シラビソ群落 Phragmites japonica community
----	---

植林地・耕作地 (各クラス域共通)
Plantation and Cultural Land

37	クマツツジ群落 Pinus thunbergii plantation
38	スギ・ヒノキ・サクラ群落 Cryptomeria japonica, Chamaecyparis obtusa, Chamaecyparis pisifera plantation
39	ウラジロミミ群落 Abies homolepis plantation
40	カラマツ群落 Larix leptolepis plantation
41	常緑果樹園 Evergreen orchard
42	桑園 Mulberry garden
43	茶畑 Thea sinensis garden
44	畑地 Field
45	牧草地 (ゴルフ場) Cultivated meadow (Golf course)
46	牧草地 (人工草地) Cultivated meadow (Artificial lawn)
47	水田 Paddy-field

その他
Others

48	市街地 Urban district
49	緑の多い住宅地 Urban and residential district with many trees
50	工場地帯 Factory and industrial area
51	造成地 Land constructed for residence and factory
52	開放水域 Open water
53	自然裸地 Natural bare land

亜寒帯・高山帯自然植生
Natural Vegetation in Alpine Zone

1	高山岳木林 Alpine scrub
2	高山ハイネ及び風衝草原 Alpine heathland and wind-exposed grassland
3	シラビソ・トウモロコシ群落 Abietum veitchii-mariesii
4	コマツガ群落 Tsuga diversifolia community
5	ミヤマハンノキ・ダケカンバ群落 Alno maximowiczii-Betuletum ermanii

亜寒帯・亜高山帯代償植生
Substitutional Communities in Vaccinio-Piceetea Region

6	牧草疎地群落 Plant communities in clear-cut area
7	シラビソ・トウモロコシ群落 Abies veitchii-Abies mariesii community

ミズナラ域自然植生
Natural Vegetation in Quercro-Fagetea Region

8	ヤマボウシ・アブナ群落 Corno-Fagetum crenatae
9	ハンノキ群落 Alnus japonica community
10	アシアカシ・ウマノミ・モツツジ群落 Asithe thunbergii var. fujisakensis-Filipendula multiflora community
11	アシアカシ・ウマノミ・モツツジ群落 Cirsio-Campanuletum hondoensis
12	ホミズナラ群落 Abies firma-Quercus mongolica var. grosseserrata community

ミズナラ域代償植生
Substitutional Communities in Quercro-Fagetea Region

13	アブナ・ミズナラ群落 Fagus crenata-Quercus mongolica var. grosseserrata community
14	クマツツジ群落 Quercus crenata-Quercus mongolica var. grosseserrata community
15	アカシヤ・イヌシヤ群落 Carpinus lasiflora-Carpinus tschonoskii community
16	ササ群落 Sasa spp. community
17	ハコネダケ群落 Arundinaria chinensis var. vaginata community
18	ススキ群落 Miscanthus sinensis community

ヤブノバキクラス域自然植生
Natural Vegetation in Camellietea japonicae Region

19	モミ群落 Ilex-Abietum firmae
20	サカキ群落 Cleversia-Quercetum saichuae
21	ササ群落 Zelkova serrata community
22	ヤブコウジュ・スズメ群落 Ardisio-Castanopietum sieboldii Castanopietum
23	タブ群落 Machilus thunbergii community
24	ウバメガシ群落 Pittosporo-Quercetum phillyraoidetis
25	クロマツ群落 (常緑広葉樹なし) Pinus thunbergii community (excluding broad-leaved evergreen trees)
26	アケマツ群落 (常緑広葉樹を含む) Pinus thunbergii community (including broad-leaved evergreen trees)
27	クマツツジ・アケマツ群落 Hydrangea involuta-Euptelea polkyandra community
28	ヒメクシ群落 Juniperus chinensis community

17月



表3. 7 (1) 観測所一覽表

番号	貯水池名	雨量観測所				気温観測所			
		観測年	観測所名	緯度	経度	観測年	観測所名	緯度	経度
1	大夕張	1961~	鹿島			1961~1993	夕張	43° 03. 0'	141° 58. 6'
2	芦別	1961~1993	富良野	43° 19. 8'	142° 24. 3'	1961~1993	富良野	43° 19. 8'	142° 24. 3'
3	日屋ダム	1961~1993	弘前	40° 36. 6'	140° 27. 6'	1961~1993	弘前	40° 36. 6'	140° 27. 6'
4	外山	1961~1993	藪川	39° 46. 8'	141° 19. 9'	1961~1993	藪川	39° 46. 8'	141° 19. 9'
5	野反	1961~1993	湯沢	36° 56. 1'	138° 49. 2'	1961~1993	湯沢	36° 56. 1'	138° 49. 2'
6	荒沢	1961~1993	高根	38° 19. 7'	139° 36. 7'	1961~1993	風ヶ関	38° 33. 2'	139° 33. 5'
7	八久和	1961~1993	高根	38° 19. 7'	139° 36. 7'	1961~1993	風ヶ関	38° 33. 2'	139° 33. 5'
8	木地山	1961~1993	長井	38° 08. 1'	140° 00. 8'	1961~1993	長井	38° 08. 1'	140° 00. 8'
9	小河内	1961~1993	小沢	35° 19. 7'	139° 07. 1'	1961~1993	上野原	35° 37. 6'	139° 07. 9'
10	畑薙第一	1961~1993	本川根	35° 05. 9'	138° 07. 9'	1961~1993	本川根	35° 05. 9'	138° 07. 9'
11	笹間	1961~1993	本川根	35° 05. 9'	138° 07. 9'	1961~1993	本川根	35° 05. 9'	138° 07. 9'
12	三浦	1961~1993	宮地	35° 45. 8'	137° 17. 4'	1961~1993	宮地	35° 45. 8'	137° 17. 4'
13	笹生川	1961~1993	樽見	35° 38. 1'	136° 36. 4'	1961~1993	樽見	35° 38. 1'	136° 36. 4'
14	有峰	1961~1993	神岡	36° 19. 2'	137° 18. 8'	1961~1993	神岡	36° 19. 2'	137° 18. 8'
15	黒部貯水	1961~1993	大町	36° 31. 2'	137° 50. 2'	1961~1993	大町	36° 31. 2'	137° 50. 2'
16	室牧	1961~1993	八尾	36° 34. 5'	137° 08. 2'	1961~1993	八尾	36° 34. 5'	137° 08. 2'
17	祐延	1961~1993	神岡	36° 19. 2'	137° 18. 8'	1961~1993	神岡	36° 19. 2'	137° 18. 8'
18	秋神	1961~1993	高山	36° 09. 2'	137° 15. 4'	1961~1993	高山	36° 09. 2'	137° 15. 4'
19	武周湖	1961~1993	福井	36° 03. 2'	136° 13. 6'	1961~1993	福井	36° 03. 2'	136° 13. 6'
20	黒田	1961~1993	稲武(稲橋)	35° 12. 6'	137° 30. 6'	1961~1993	稲武(稲橋)	35° 12. 6'	137° 30. 6'
21	坂本	1961~1993	尾鷲	34° 04. 0'	136° 11. 7'	1961~1993	尾鷲	34° 04. 0'	136° 11. 7'
22	七川	1961~1993	色川			1961~1993	湖畔	33° 26. 9'	135° 45. 8'

表 3. 7 (2) 観測所一覧表

番号	貯水池名	雨量観測所				気温観測所			
		観測年	観測所名	緯度	経度	観測年	観測所名	緯度	経度
2 3	殿山	1961~1993	日置川			1961~1993	湖岬	33° 26.9'	135° 45.8'
2 4	引原	1961~1993	日置川	35° 05.8'	134° 35.2'	1961~1993	一の宮	35° 05.8'	134° 35.2'
2 5	恩原	1961~1993	一の宮	35° 17.8'	133° 59.3'	1961~1993	津山		
2 6	立岩	1961~1993	恩原	34° 21.9'	132° 10.7'	1961~1993	佐伯	34° 21.9'	132° 10.7'
2 7	渡ノ瀬	1961~1993	佐伯	34° 21.9'	132° 10.7'	1961~1993	佐伯	34° 21.9'	132° 10.7'
2 8	樽床	1961~1993	佐伯	34° 42.4'	132° 10.4'	1961~1993	浜田		
2 9	周布川	1961~1993	八幡	34° 46.6'	132° 12.0'	1961~1993	浜田		
3 0	王泊	1961~1993	波佐	34° 41.8'	132° 18.9'	1961~1993	浜田		
3 1	来島	1961~1993	王泊	35° 01.8'	132° 53.9'	1961~1993	高野	35° 01.8'	132° 53.9'
3 2	八戸	1961~1993	高野	34° 46.6'	132° 12.0'	1961~1993	浜田		
3 3	高菴	1961~1993	波佐	35° 01.8'	132° 53.9'	1961~1993	高野	35° 01.8'	132° 53.9'
3 4	湯原	1961~1993	高野	35° 16.9'	133° 42.2'	1961~1993	上長田		
3 5	帝釈川	1961~1993	上長田	34° 45.7'	133° 16.9'	1961~1993	油木	34° 45.7'	133° 16.9'
3 6	佐波川	1961~1993	油木	34° 23.8'	131° 43.8'	1961~1993	徳佐	34° 23.8'	131° 43.8'
3 7	木屋川	1961~1993	徳佐	34° 11.0'	131° 04.8'	1961~1993	西市	34° 11.0'	131° 04.8'
3 8	佐々波川	1961~1993	西市	34° 09.4'	131° 27.5'	1961~1993	山口	34° 09.4'	131° 27.5'
3 9	長沢	1961~1993	山口			1961~1993	池川		
4 0	松尾川	1961~1993	池川	34° 01.3'	133° 47.7'	1961~1993	池田	34° 01.3'	133° 47.7'
4 1	大森川	1961~1993	池田			1961~1993	池川		
4 2	名頃	1961~1993	池川	33° 51.1'	134° 05.9'	1961~1993	剣山	33° 51.1'	134° 05.9'
4 3	北川	1961~1993	剣山	32° 47.0'	131° 27.0'	1961~1993	見立	32° 47.0'	131° 27.0'

表 3. 7 (3) 観測所一覧表

番号	貯水池名	雨量観測所				気温観測所			
		観測年	観測所名	緯度	経度	観測年	観測所名	緯度	経度
44	地藏原	1961~1993	湯布院	33° 15.6'	131° 21.5'	1961~1993	湯布院	33° 15.6'	131° 21.5'
45	日向神	1961~1993	鹿北	33° 06.3'	130° 41.8'	1961~1993	鹿北	33° 06.3'	130° 41.8'
46	上椎葉	1961~1993	上椎葉			1961~1993	神門	32° 23.0'	131° 20.0'
47	渡川	1961~1993	上椎葉			1961~1993	神門	32° 23.0'	131° 20.0'
48	綾南	1961~1993	小林		130° 59.2'	1961~1993	小林	31° 58.8'	130° 59.2'
49	綾北	1961~1993	西米良			1961~1993	小林	31° 58.8'	130° 59.2'
50	諧塚	1961~ ~1993	家代 中小屋			1961~ ~1993	家代 神門	32° 23.0'	131° 20.0'

表3. 8 気温・降水量一覧表

No.	貯水池名	観測所名：本川根
10	畑薙第一	

年	気温			雨量	
	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	平均気温 (°C)	年降雨量 (mm)	最大日雨量 (mm)
昭和36	40.0	-8.0	15.9	3454	299
37	37.0	-7.0	15.3	3176	234
38	36.0	-9.0	15.0	2872	173
39	37.0	-7.0	15.8	2138	115
40	39.2	-6.0	14.8	2913	230
41	39.7	-8.6	15.2	3515	163
42	38.5	-10.0	15.3	2668	128
43	36.5	-8.3	14.7	2713	207
44	39.0	-7.5	15.1	3491	255
45	36.5	-10.6	14.6	2663	180
46	36.0	-8.1	14.1	2960	242
47	36.0	-5.3	15.1	4524	310
48	35.1	-9.0	14.6	2935	200
49	35.8	-9.8	14.4	3976	374
50	35.4	-8.0	14.8	3316	316
51	35.6	-8.6	14.4	3676	236
52	37.5	-9.6	15.3	3200	250
53	37.0	-8.1	15.2	2466	158
54	34.9	-7.9	13.9	3032	315
55	34.6	-9.3	13.0	2935	162
56	32.3	-10.4	12.6	2778	168
57	32.5	-10.6	13.2	3898	326
58	36.6	-9.7	13.5	3662	327
59	35.6	-9.5	12.9	1798	87
60	34.7	-10.4	13.8	3316	222
61	35.8	-8.4	13.1	2455	150
62	37.9	-7.0	14.3	2536	162
63	36.7	-6.7	13.3	2682	249
平成 1	35.5	-7.6	13.9	3664	218
2	37.3	-7.9	14.6	3285	174
平均	36.4	-8.5	14.4	3090	221

畑薙第一

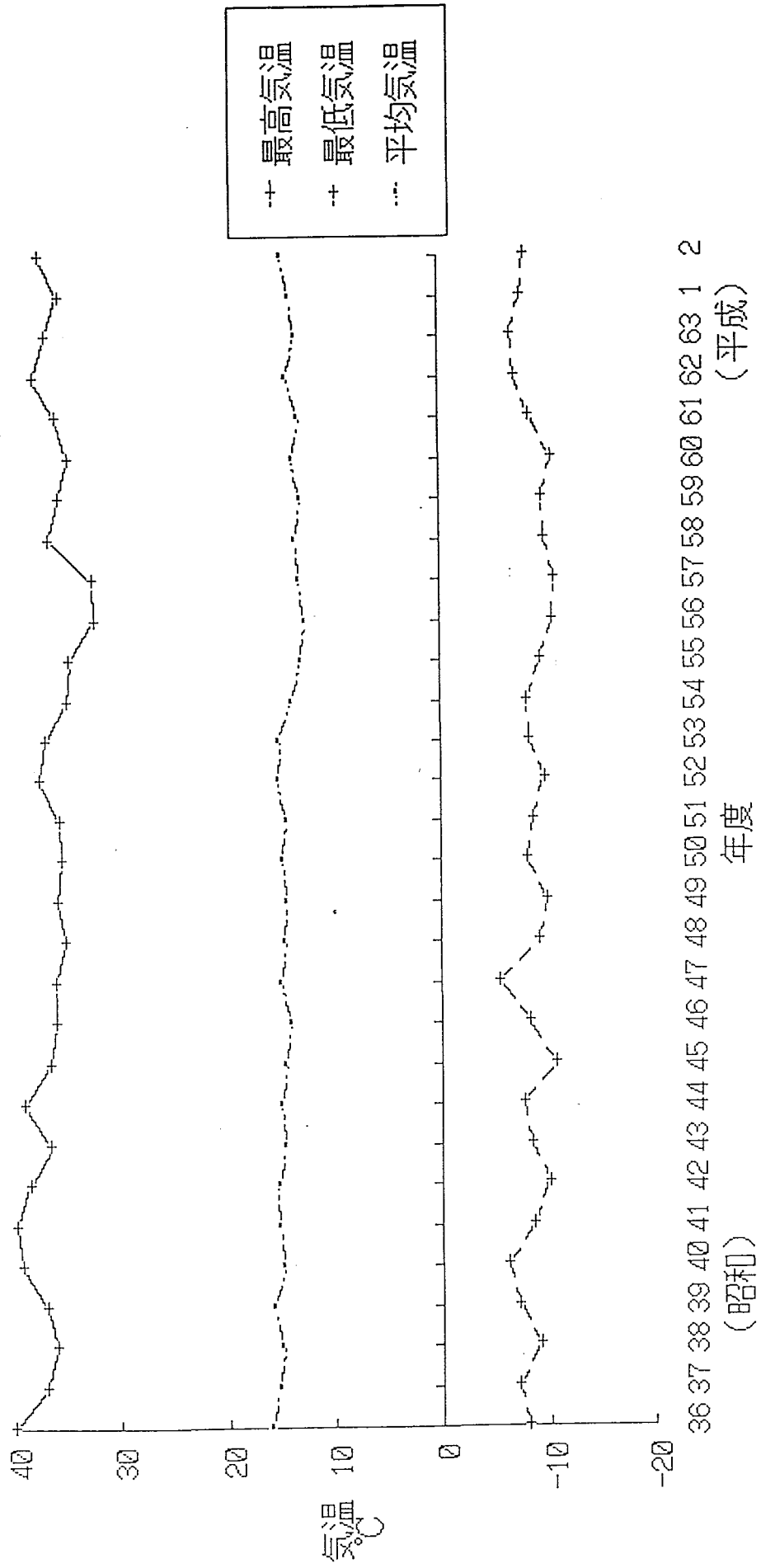


图 3. 6 气温経年变化图

畑薙第一

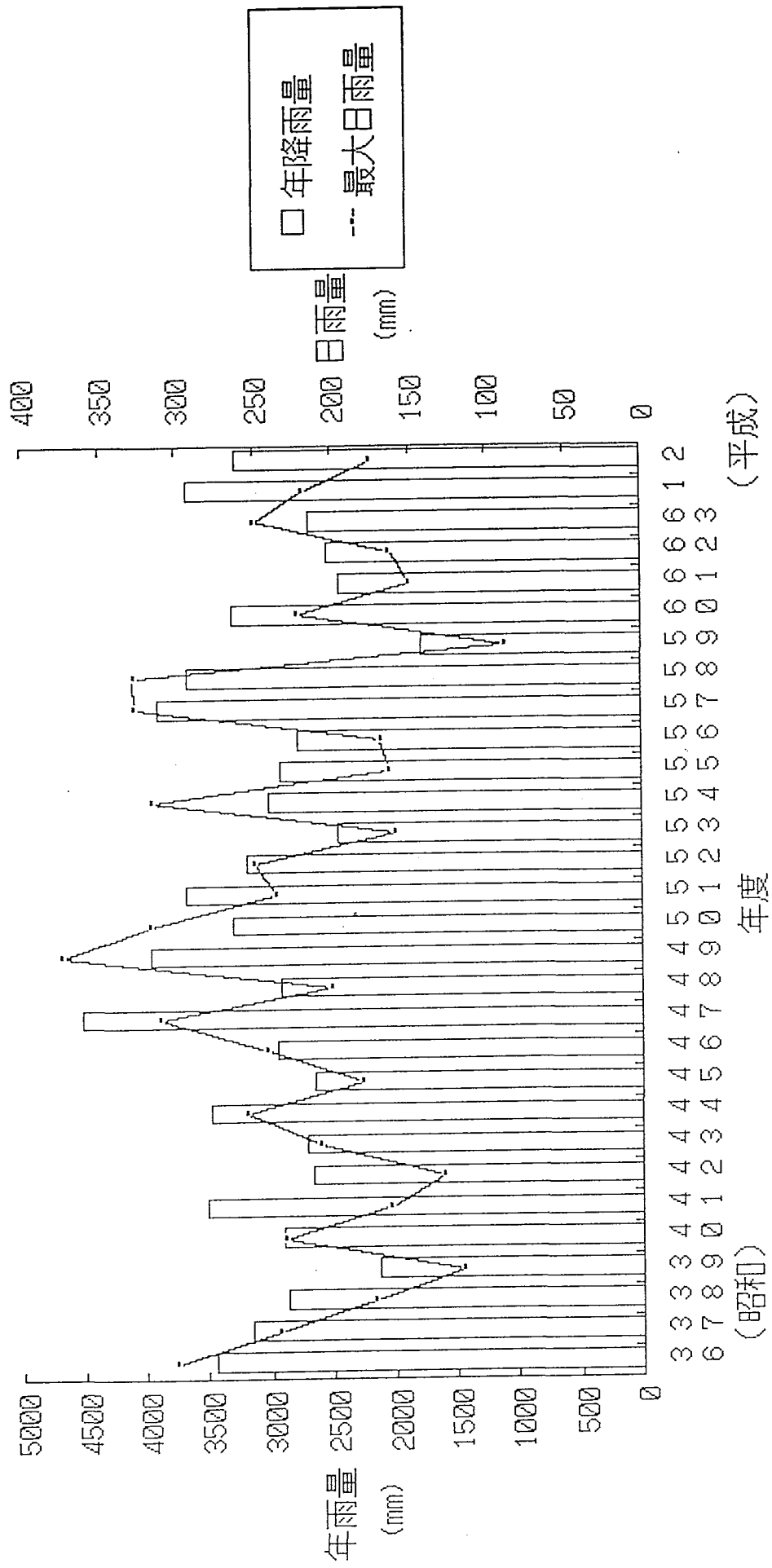


图 3. 7 降水量経年変化図

3. 4. 5 その他の侵食の影響因子のデータの収集と整理

3. 3節までの高度・起伏量・起伏量比・地質・植生・気温・降水量のほかに侵食の影響因子と考えられる事象について文献等によりデータを収集・整理した。以下に、既往のダム堆砂量式を示す。なお、参考文献を巻末に示す。

■吉良式(1)

$$q_s = \alpha (C / I)^{0.366} \dots\dots\dots (3. 2)$$

q_s : 年比堆砂量 ($m^3 / km^2 / year$)

α : 係数

C : 貯水容量 (m^3)

I : 平均年流入水量 (一年間にダムに流入する水量の総量)

■吉良式(2)

$$q_s = 2.2 \times 10^{-7} Q_{max}^{2.8} \dots\dots\dots (3. 3)$$

q_s : 年比堆砂量 ($m^3 / km^2 / year$)

Q_{max} : 年最大洪水流量 (m^3 / sec)

■石外式

$$\text{LOG } q_s = 1.60 \text{LOG } \Omega - 6.76 \pm 0.69(0.06 + (\log \Omega - 5.80)^2)^{1/2} \dots\dots\dots (3. 4)$$

q_s : 年比堆砂量 ($m^3 / km^2 / year$)

Ω : 起伏量 $\times 100mm$ 以上年総和

起伏量 : $16km^2$ メッシュ平均値 (m)

■Flaxman式

$$q'_s = 8.763 F'^{-0.2059} \cdot C'^{0.4694} \cdot Y^{-0.7374} P'^{0.8705} \cdot F_e^{0.2082} \dots\dots\dots (3. 5)$$

q'_s : 年比堆砂量 ($cu \cdot yds / sq \cdot mile / year$)

- F : 流域面積 (a c r e)
 C : 貯水容量 (a c r e - f t / s q . m i l e)
 Y : 経過年数
 P : 年平均降水量 (i n c h)
 F_e : 流域単位面積あたり侵食面積 (a c r e / s q . m i l e)

■江崎式

$$Q_s = (0.94 I_Y S^2 + 1.33 I_Y (A_d / F)) E_T \dots\dots\dots (3.6)$$

- Q_s : 年堆砂量 (m³ / y e a r)
 I_Y : 洪水量 (貯水地上流端の勾配 S としたときの $Q \cdot S \geq 1$ を満たす Q の年総和)
 S : 貯水池上流端の勾配
 Q : 日平均流量 (m³ / s e c)
 A_d : 流域内崩壊地面積
 F : 流域面積
 E_T : 捕捉率 (B r u n e 曲線)

■建設省式

$$q_s = a F^b R_r^c M_e^d R_d^e \dots\dots\dots (3.7)$$

- F : 流域面積 (k m²)
 R_r : 起伏量比 (流域内の最高点と最低点 (ダム施工前の最低河床) の標高差。ただし主流水源の中で最も高い地点をとることとする。主流の長さは、ダムから本流に沿って最高点までの水平距離)
 M_e : 平均高度 (起伏量比に用いた最高点と最低点の平均値)
 R_d : 期間最大日雨量 (年最大日雨量)

■高橋・江頭・中川式

$$Q_s = 1.7 \times 10^4 \quad C H^{1.5} F^{-0.49} \exp(-0.045 F^{0.45}) \quad (3.8)$$

$$\Sigma (R / 50)^{1.5}$$

$$C : \text{定数} (= 1.6 (\Sigma A_j / F)^{1.6})$$

H : 起伏量 (k m, 流域内の最高点と最低点の標高差)

F : 流域面積 (k m²)

R : 50 mm 以上の日雨量

A_j : 4° 以上の谷に対する流域の合計面積

3. 5 侵食速度と諸影響因子との関係の把握

ダムの堆砂量に基づき算定した地盤の侵食速度と影響因子との関係について検討した。

3. 5. 1 侵食速度と諸影響因子との関係の把握

侵食速度と諸影響因子との関係の把握の手順を図3. 8に示す。

(1) 各貯水池ごとの経年相関図の作成

①方法

- ・貯水池ごとに実施した。
- ・各年の気温（最高・最低・平均）、降雨量（年総量・年最大日雨量）と年堆砂量との相関図を作成した。
- ・各貯水池の各要因（気温・降雨量）における相関係数を把握した。
- ・算出した各相関係数についてt検定により、有意性を把握した。

②結果

図3. 9に作成した相関図の一例を示す。また、算定した相関係数の一覧表を表3. 9に示す。

- ・平均気温が最も有意な結果が多かった。
- ・どの影響因子も良好な結果が得られなかった。
- ・降雨量（年降雨量・年最大日雨量）は、全く有意でない結果となった。

③考察

②の結果を踏まえて考察すると以下の点が考えられる。

- ・同一の影響因子において、正の相関の場合と負の相関の場合が混在するので、地域割りをする必要性があると考えら

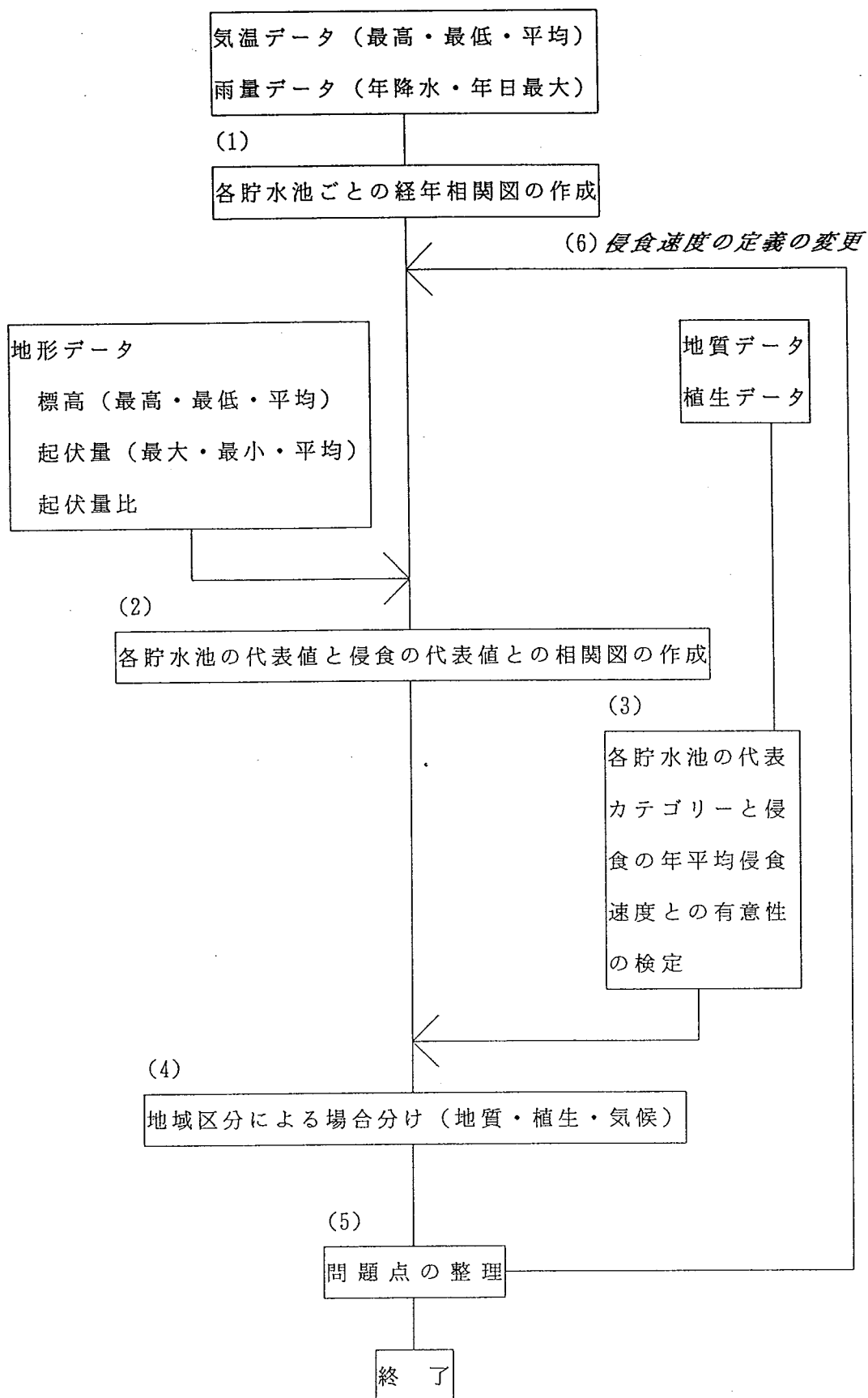


図3. 8 侵食速度と諸影響因子との関係の把握の手順フロー

畑薙第一

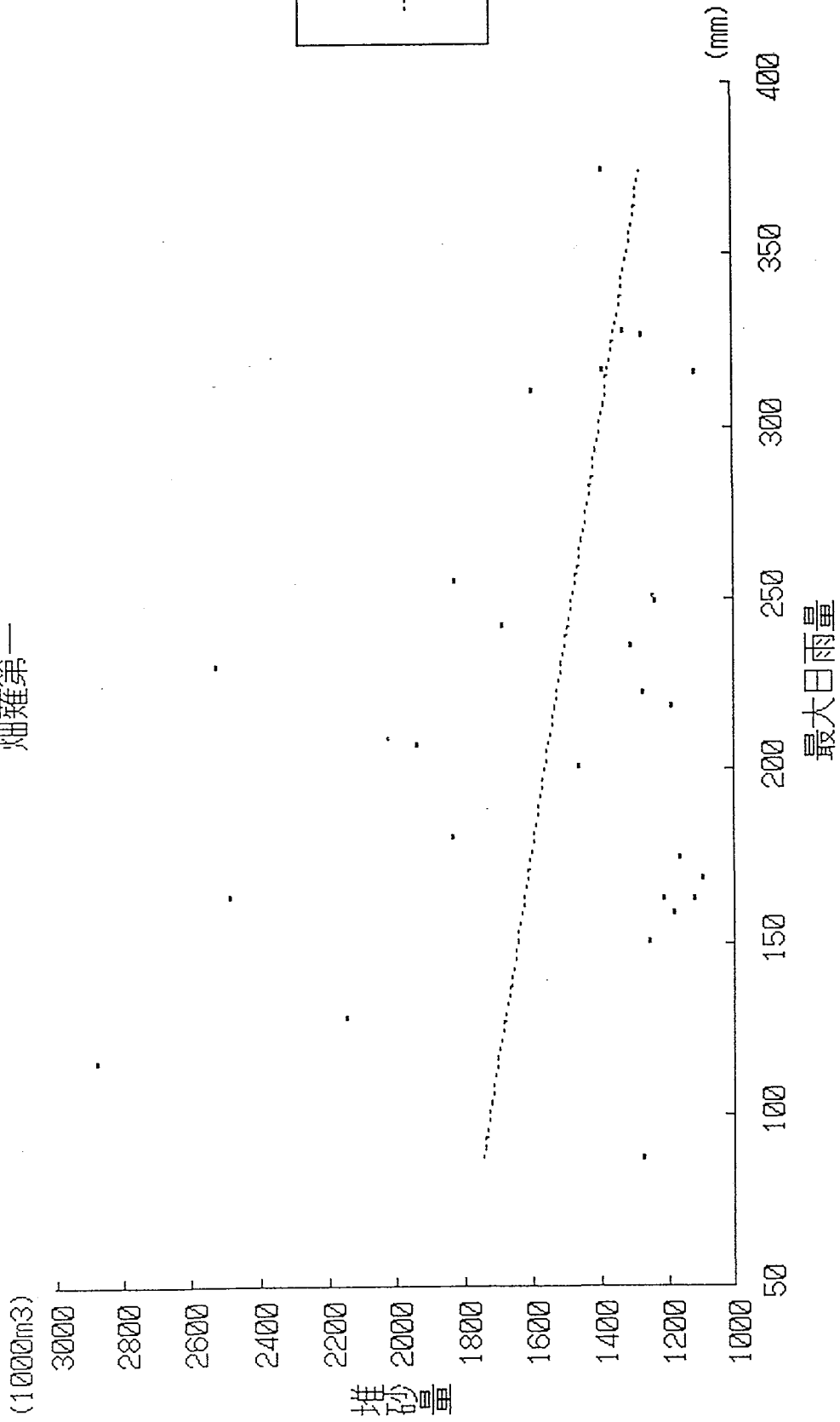


図3. 9 畑薙第一ダムにおける最大日雨量-堆砂量相関図

表3. 9 経年変化データによる各貯水池の相関係数一覧表

相関係数一覧表

流域番号	流域名	最高気温	最低気温	平均気温	年降雨量	最大日雨量
1	天夕張	0.04	-0.11	0.47	0.06	-0.09
2	芦別	0.13	0.03	-0.05	0.35	0.15
3	目屋	0.04	-0.03	0.29	0.15	-0.09
4	外山	0.41	0.21	0.39	0.33	-0.36
5	野反	-0.03	0.31	-0.17	0.27	-0.20
6	荒沢	0.16	0.34	-0.04	-0.15	0.27
7	八久和	0.45	0.54	0.00	0.17	-0.04
8	木地山	0.42	-0.20	0.21	-0.05	0.13
9	小河内	-0.33	0.40	-0.30	0.11	-0.10
10	畑薙第一	0.59	0.26	0.63	-0.15	-0.25
11	笹間川	0.43	0.18	0.46	0.09	0.17
12	三浦	0.31	0.22	0.34	0.16	0.23
13	笹生川	0.13	-0.45	-0.13	0.03	-0.03
14	有峰	0.30	-0.07	0.29	0.34	-0.04
15	黒部貯水	0.26	-0.14	0.08	0.07	0.29
16	室牧	0.14	0.30	0.36	0.33	0.03
17	祐延	0.24	0.00	0.28	0.01	0.01
18	秋神	0.18	-0.57	0.30	0.00	0.07
19	武周湖	0.22	0.13	0.31	0.18	0.05
20	黒田	0.25	-0.22	0.28	0.07	0.13
21	坂本	0.18	-0.13	-0.17	0.21	0.40
22	七川	0.62	-0.67	-0.61	0.54	0.23
23	殿山	0.00	-0.14	0.50	-0.07	-0.07
24	引原	0.09	-0.39	0.50	-0.15	0.04
25	恩原	0.15	-0.15	0.09	-0.02	0.10
26	立石	0.19	0.23	0.12	0.12	0.20
27	渡の瀬	-0.50	-0.29	-0.52	-0.07	0.20
28	樽床	-0.17	-0.09	-0.32	-0.41	0.06
29	周布川第一	-0.15	0.27	-0.02	-0.02	0.14
30	王泊	-0.29	0.23	-0.23	-0.11	0.14
31	来島	-0.35	0.15	-0.37	-0.33	0.47
32	八戸	-0.06	0.31	-0.03	-0.04	0.13
33	高暮	0.22	-0.05	0.28	0.35	0.45
34	湯原	-0.41	0.02	-0.44	-0.23	0.18
35	帝釈川	0.15	-0.10	-0.03	0.07	0.13
36	佐波川	0.12	-0.14	0.35	0.03	0.14
37	木屋川	-0.29	-0.02	-0.22	0.30	0.06
38	佐々波川	-0.35	-0.08	0.03	-0.12	0.16
39	長沢	0.37	-0.09	0.50	0.00	0.30
40	松尾川	0.37	-0.39	0.46	0.11	-0.04
41	大森川	0.70	0.23	0.71	0.06	0.43
42	名頃	0.04	-0.16	-0.16	-0.30	0.15
43	北川	-0.01	0.06	0.18	-0.12	0.14
44	地藏原	0.13	-0.21	0.01	0.26	0.14
45	日向神	0.56	0.26	0.36	-0.19	-0.09
46	上椎葉	0.43	0.21	0.42	0.15	0.30
47	渡川	0.47	-0.15	0.44	-0.03	-0.04
48	綾南	-0.30	0.16	-0.08	-0.11	0.19
49	綾北	0.02	-0.13	0.38	-0.35	-0.11
50	諸塚	0.45	-0.18	0.41	0.04	0.23
15	黒部貯水	0.33	-0.19	0.12	0.01	0.26
20	黒田	0.42	0.65	-0.06	-0.09	-0.21
	平均値	0.13	-0.07	0.13	0.04	0.08

5%有意水準
1%有意水準

れる。

- ・年の極値（気温・降雨量）によって年堆砂量は変動しない。
- ・従って、比較的大きなイベント（毎年起こるような規模ではない。）だけを抽出した場合を想定する必要がある。

（２）各貯水池の影響因子の代表値と侵食の代表値との相関図の作成

①方法

- ・各貯水池の平均の年最高気温・年最低気温・年平均気温・年降雨量・年最大日雨量を算出し、貯水池の代表値を設定した。
- ・各貯水池の年平均堆砂量を算出した。
- ・各代表値（気温・降雨量・標高・起伏量・起伏量比）と年平均堆砂量との相関図を作成した。
- ・各要因ごとの相関係数を把握した。
- ・算出した各相関係数についてt検定により、有意性を把握した。

②結果

図3. 10に作成した相関図の一例を示す。また、算定した相関係数の一覧表を表3. 10に示す。

- ・地形データは、総じて良好な結果となった。
- ・気温・降雨量データは、いずれも不良な結果であった。
- ・平均標高及び最大起伏量がそれぞれの地形量の中で最も良好な結果となった。

③考察

- ・地形量と堆砂量は、明白な有意性があった。
- ・各地形量の中でも、「平均標高」、「最大起伏量」の相関性が高い。
- ・「起伏量比」は、有意な相関が見出せなかったが、「起伏量」

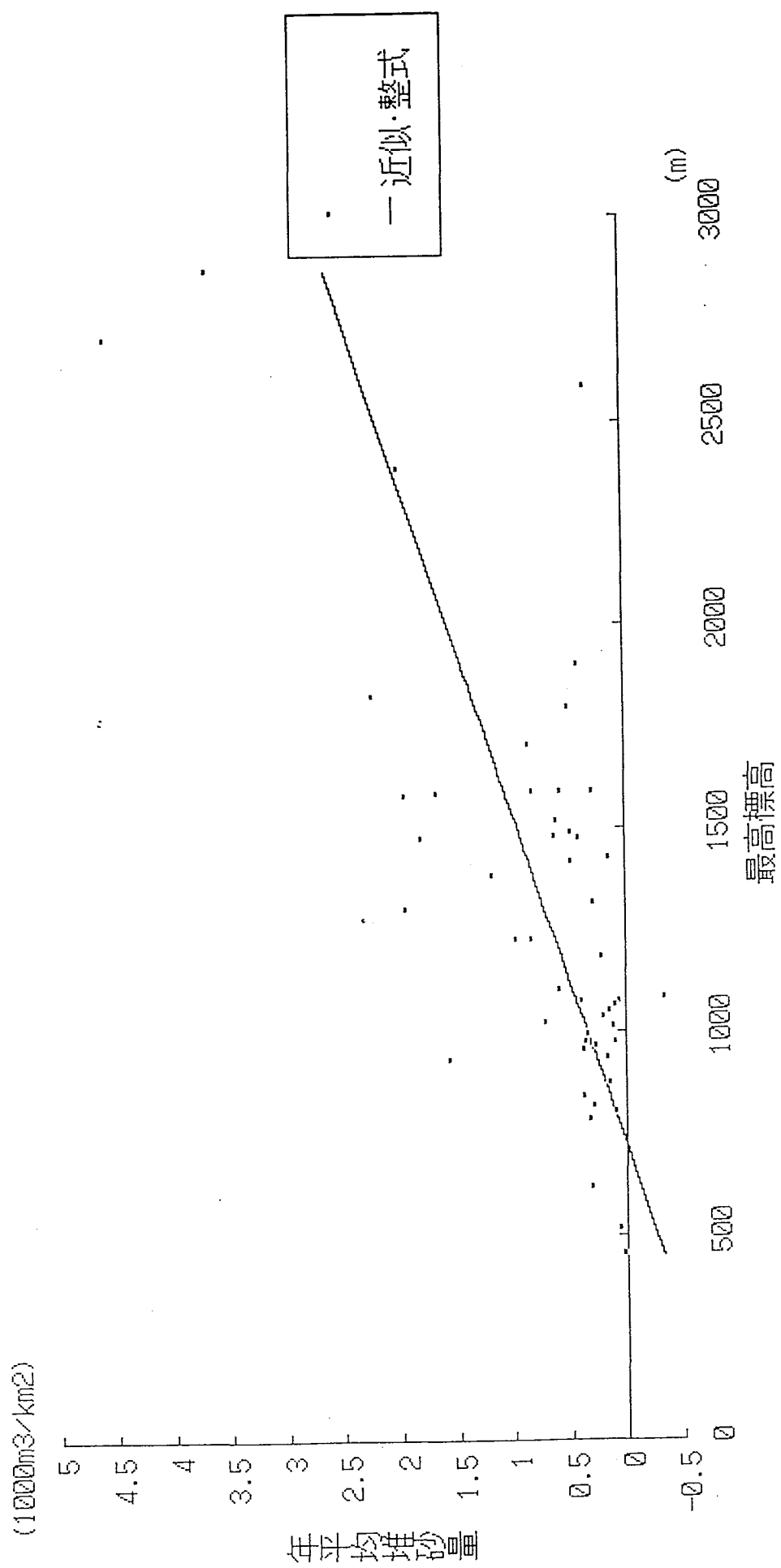


图 3. 1 0 最高標高一年平均堆砂量相關圖

が同様の影響因子と考えることができるので、今後の試行錯誤を行わない。なぜなら、本調査で用いている起伏量は、国土数値情報をデータソースとしており、各グリッド内の起伏量であるため、限られた長さに対する起伏であることから、起伏量比とかなり近い指標であるからである。

- ・気温・降雨量は、有意な相関がない。地域割りをして再考するべきである。

表 3. 10 各貯水池の平均値と平均侵食速度の相関係数

要因	有意性		相関係数
	5%	1%	
最高標高	○	○	0.69
最低標高	○	○	0.51
平均標高	○	○	0.71
最大起伏量	○	○	0.65
最小起伏量	○	○	0.51
平均起伏量	○	○	0.64
起伏量比	×	×	0.13
最高気温	×	×	0.08
最低気温	×	×	-0.12
平均気温	×	×	-0.05
年降雨量	×	×	0.18
年最大日雨量	×	×	0.18

5%: 相関係数0.28以上 ○: 有意

1%: 相関係数0.36以上 ×: 有意でない

(3) 各貯水池の代表カテゴリーと侵食速度との有意性の検定

①方法

- ・地質・植生を対象として検討を実施した。
- ・占有率の最も大きいカテゴリーを代表カテゴリーとし、各貯水池の代表カテゴリーを決定した(表3.5、表3.6参照)。
- ・年平均堆砂量を算出した。
- ・F検定を実施し、有意性を検討した。

②結果

- ・地質・植生のカテゴリー後との頻度及び分布をそれぞれ図3.11、図3.12に示す。
- ・各カテゴリーの平均値を図3.13に示す。
- ・地質区分・植生区分・気候区分と年平均堆砂量との一覧表を表3.11に示す。
- ・地質・植生ともに、有意な結果が得られなかった。

③考察

- ・気温・降雨量同様に地域割りをして有意性を検討する必要がある。

(4) 地域区分による場合分け

①方法

- ・地質・植生・気候によって区分して、気温・降雨量の相関を検討した(図3.14参照、一例として気候区Aの地域における最高気温の相関図)。
- ・気候区分ごとに地質・植生の有意性の検定を行った。

- ・気候区分は、関口*1による区分をサンプル数とのバランスより、4区分した（表3. 12参照）。
- ・気温・降雨量は、相関係数よりt検定を行い、地質・植生は、F検定を行った。

②結果

- ・気温・降雨量いずれも良好な結果が得られなかった（表3. 13参照）。
- ・「最高気温」及び「年最大日雨量」で、部分的に良好な結果があった（表3. 13参照）。
- ・地質・植生ともに地域割りを実施しても相関性の向上は全く見られなかった。

③考察

- ・地域割りを実施しても相関性は良好でないことから、各年の極値が堆砂量に与える影響は少ないと考えられる。
- ・物理的に相関のありそうな降雨（流砂能力）は、年1回のイベントで評価するのは妥当ではない。
- ・連続降雨量や数年に1度しか起こらない日雨量など、データの取り方を再考する必要があるようだ。
- ・地質・植生も地域区分によって良好な結果は得られなかった。
- ・地質に関しては、各カテゴリーのサンプル数が少なかったのが原因であると考えられる。
- ・植生は、経年変化があるが、それを評価していないことが一つの原因であると考えられる。しかしながら、極端に変化するケースは乏しく、結論として堆砂量に与える影響が少ないと考えられる。
- ・気候区についても地質・植生同様の検討を行ったが、良好な結果が得られなかった。

* 1 関口武：日本の気候区分、地理学研究報告Ⅲ（1959）、p.65-78

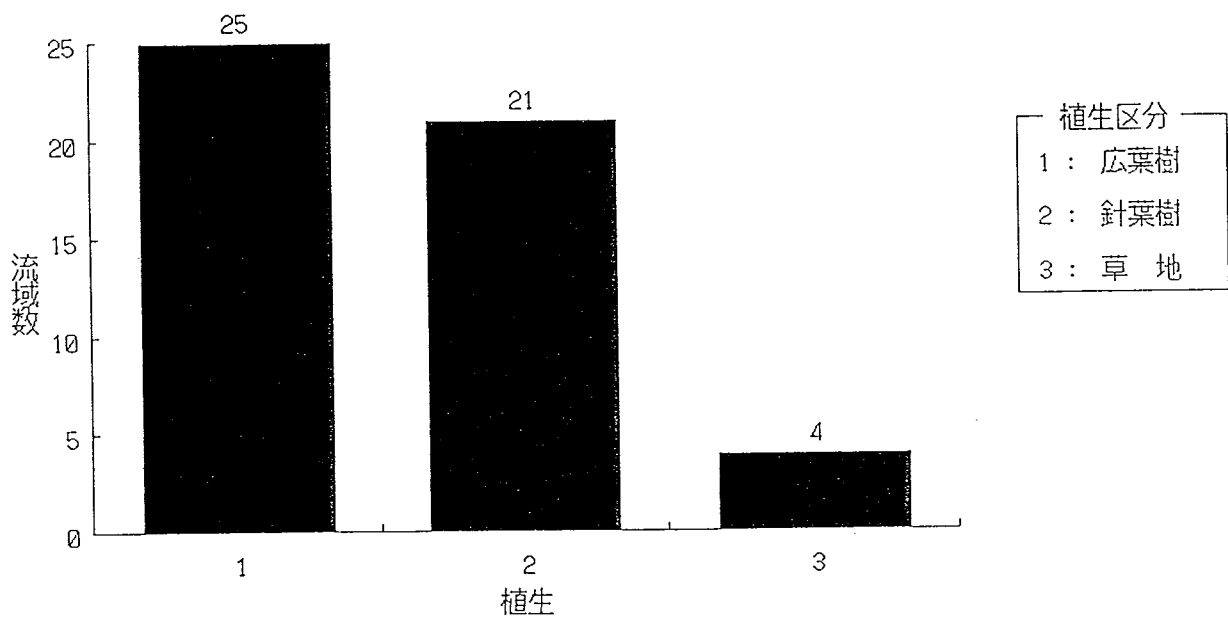
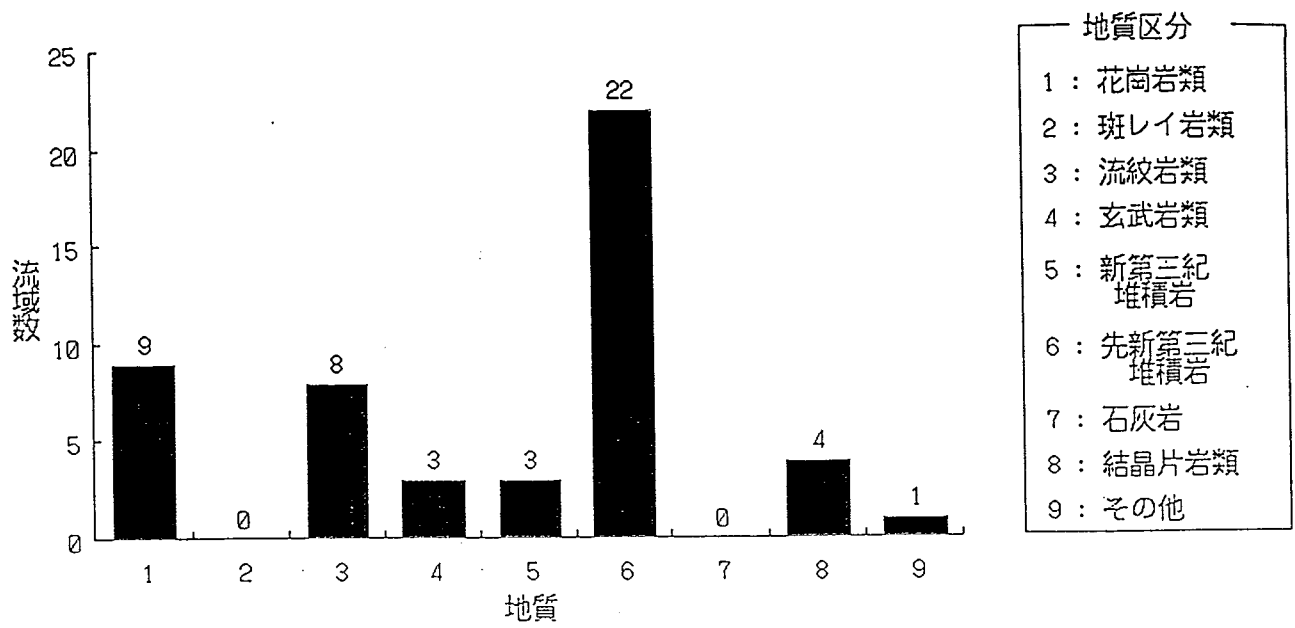
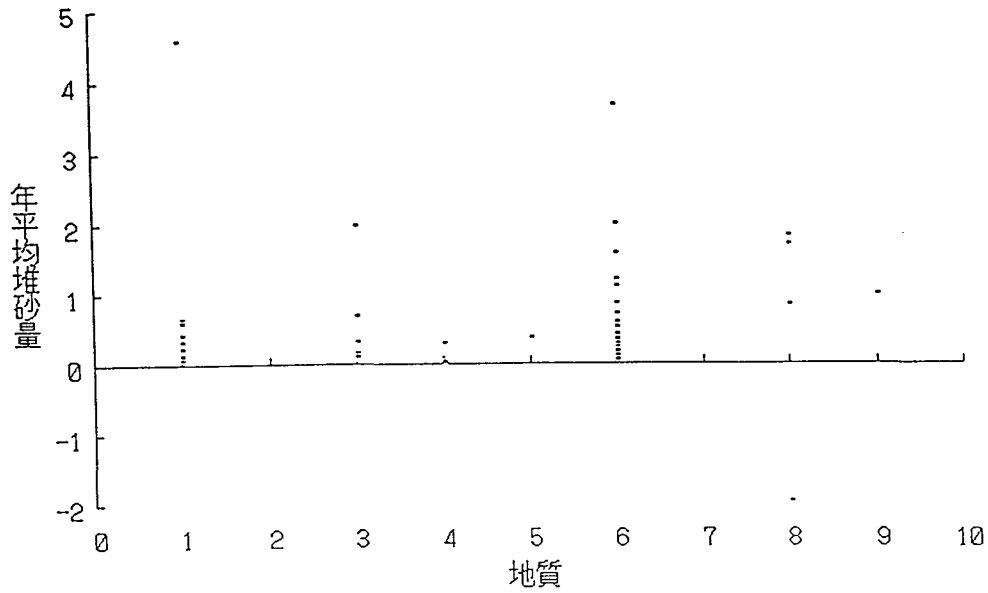


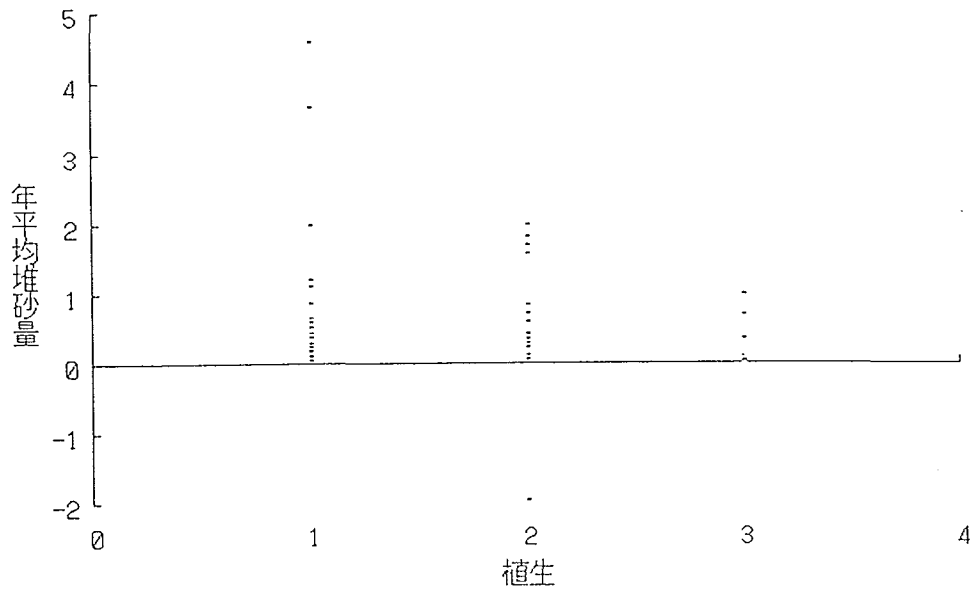
図3.11 地質および植生カテゴリーの頻度分布図

(1000m³/km²)



- 地質区分
- 1: 花崗岩類
 - 2: 斑レイ岩類
 - 3: 流紋岩類
 - 4: 玄武岩類
 - 5: 新第三紀堆積岩
 - 6: 先新第三紀堆積岩
 - 7: 石灰岩
 - 8: 結晶片岩類
 - 9: その他

(1000m³/km²)



- 植生区分
- 1: 広葉樹
 - 2: 針葉樹
 - 3: 草地

図3.12 地質および植生の各カテゴリーの分布

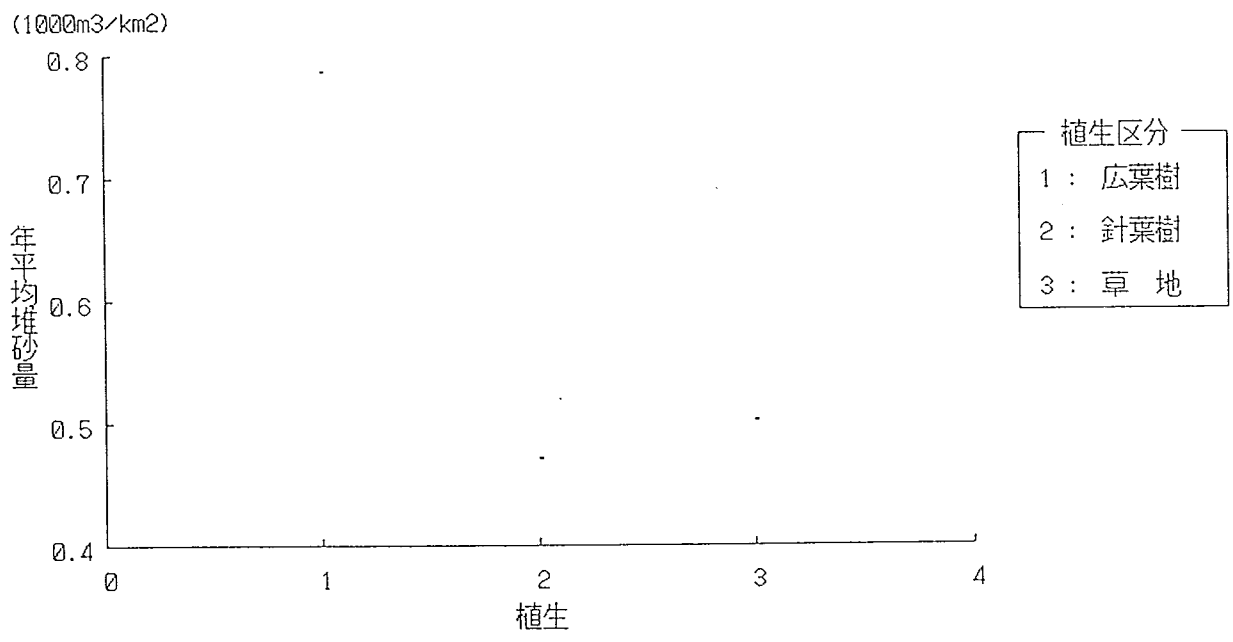
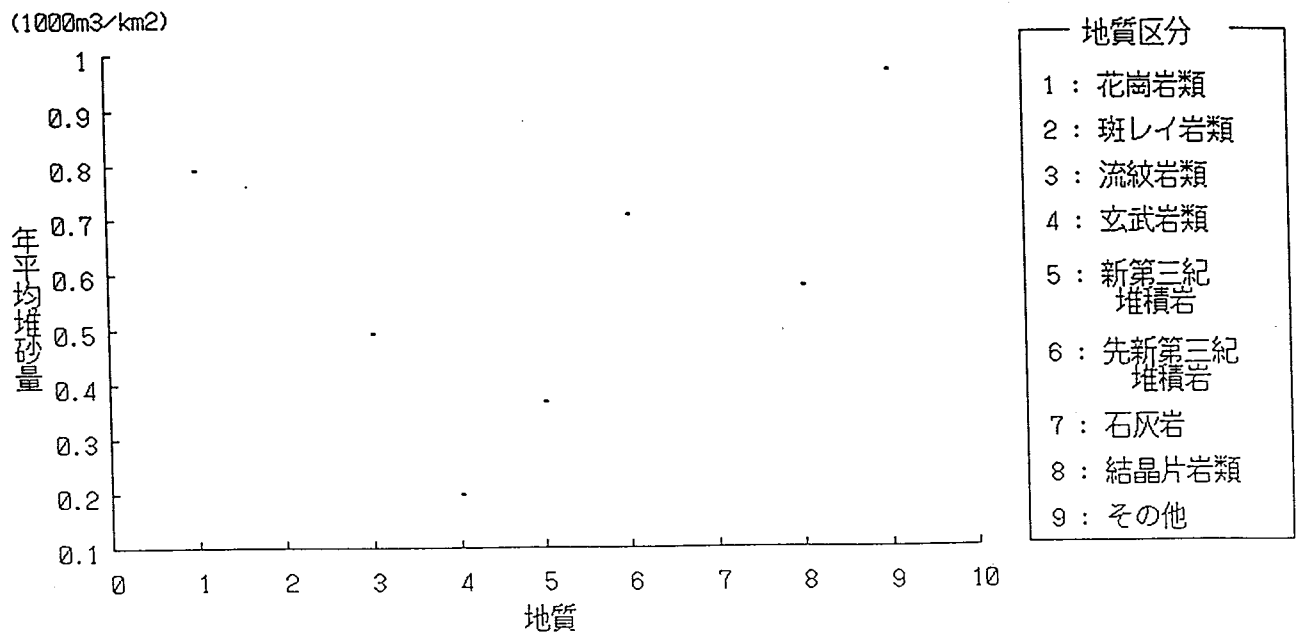


図3. 13 地質および植生の各カテゴリーの平均値

表3. 1.1 各貯水池のカテゴリーと年平均堆砂量一覧表

番号	ダム名	年平均堆砂量	地質	植生	気候区	番号	ダム名	年平均堆砂量	地質	植生	気候区
1	大夕張	1.19	6	1	A	26	立岩	0.21	6	2	D
2	芦別	0.61	6	1	A	27	渡ノ瀬	0.16	1	2	D
3	目屋	0.38	5	1	A	28	樽床	0.15	3	1	D
4	外山	0.33	6	3	C	29	周布川第一	0.37	5	1	A
5	野反	0.68	3	3	A	30	王泊	0.11	3	2	D
6	荒沢	0.40	1	1	A	31	来島	0.20	1	1	A
7	八久和	0.61	1	1	A	32	八戸	0.36	5	1	A
8	木地山	0.27	1	1	A	33	高暮	0.10	3	2	D
9	小河内	0.41	6	1	C	34	湯原	0.11	1	1	D
10	畑雑第一	3.66	6	1	C	35	帝釈川	0.09	6	1	D
11	笹間川	1.56	6	2	C	36	佐波川	0.32	3	2	D
12	三浦	1.98	3	2	C	37	木屋川	0.03	6	2	A
13	笹生川	0.83	6	1	C	38	佐々並川	0.31	3	2	A
14	有峰	0.50	6	1	A	39	長沢	1.67	8	2	B
15	黒部貯水	4.57	1	1	A	40	松尾川	0.82	8	2	B
16	室牧	0.49	1	1	A	41	大森川	1.80	8	2	B
17	祐延	0.28	6	1	A	42	名頃	0.84	6	1	B
18	秋神	0.32	3	1	C	43	北川	0.16	6	1	B
19	武周湖	0.06	6	2	A	44	地藏原	0.97	9	3	B
20	黒田	-1.99	8	2	C	45	日向神	0.28	4	2	B
21	坂本	0.57	1	2	B	46	上椎葉	1.96	6	1	B
22	七川	0.29	6	2	B	47	渡川	1.95	6	1	B
23	殿山	0.40	6	2	B	48	綾南	0.38	6	2	B
24	引原	0.29	4	2	D	49	綾北	0.71	6	2	B
25	恩原	0.09	4	3	D	50	諸塚	0.58	6	1	B

■年平均堆砂量：単位（ 10^3 m） ■地質：1 = 花崗岩類、3 = 流紋岩類、
 4 = 玄武岩類、5 = 新第三紀堆積岩、6 = 先新第三紀堆積岩、8 = 結晶片岩
 類、9 = その他 ■植生：1 = 針葉樹、2 = 広葉樹、3 = 草地 ■気候区：
 A = 裏日本気候区、B = 九州・南海・四国・豆南地方、C = 表日本気候区、
 D = 瀬戸内気候区

表3. 1.2 関口による気候区分および本調査の気候区分

関口による気候区分				本調査気候区分	
気候区	記号	地方	対象流域数	記号	対象流域数
裏日本気候区	I ₁	オホーツク海沿岸地方	0	A	17
裏日本気候区	I ₂	西北海道地方	2		
裏日本気候区	I ₃	出羽地方	4		
裏日本気候区	I ₄	北陸地方	6		
裏日本気候区	I ₅	山陰地方	5		
九州気候区	II	北九州・南九州地方	1	B	15
表日本気候区	III _{5,7,8}	豆南・南海・四国 九州太平洋岸地方	14		
表日本気候区	IV _{1,2}	東北海道・三陸地方	1	C	8
表日本気候区	IV ₃	東関東地方	0		
表日本気候区	IV ₄	西関東地方	2		
表日本気候区	IV ₆	東海地方	5		
瀬戸内気候区	V	瀬戸内地方	10	D	10

17

气候区 A

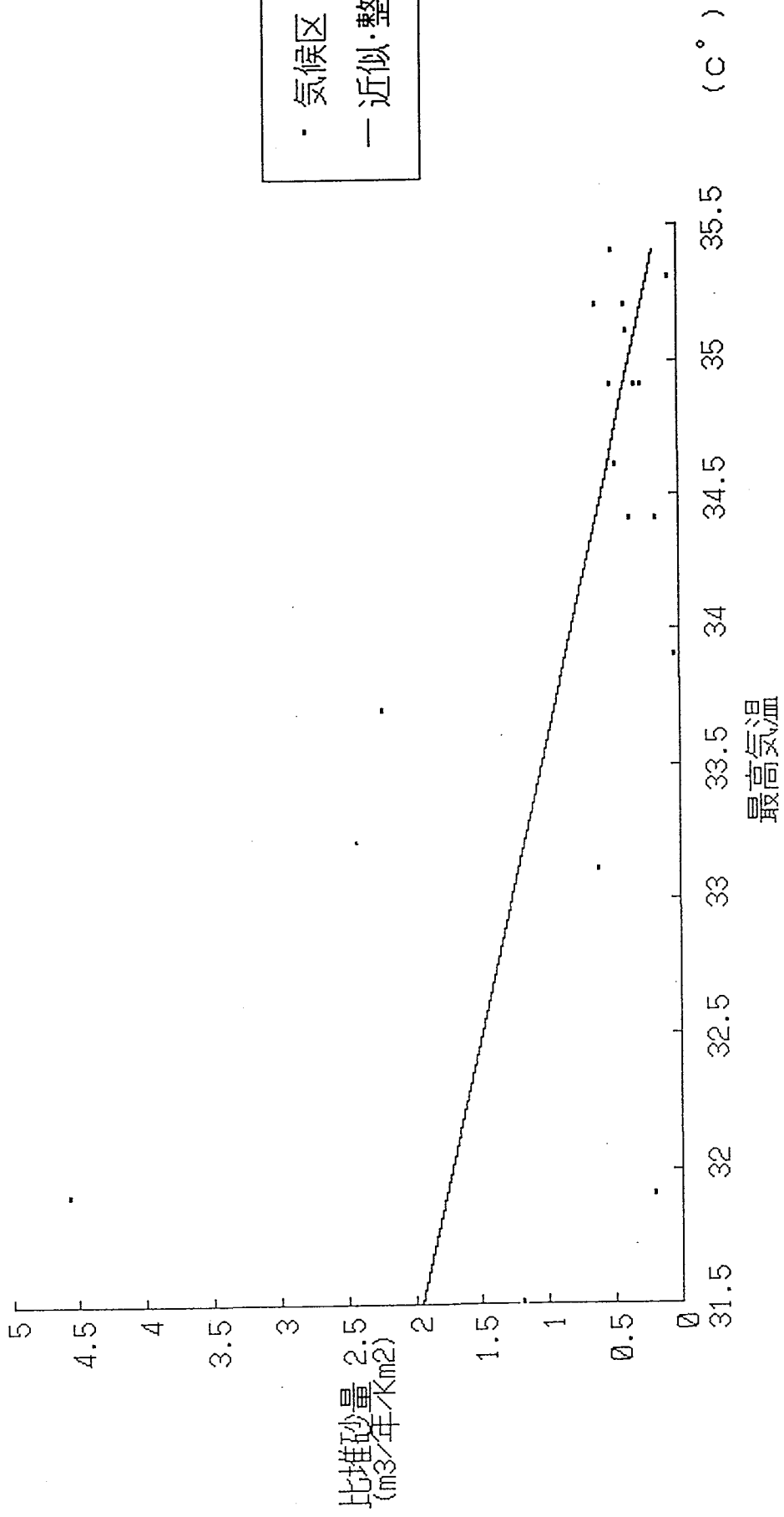

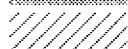


图3.14 气候区分别最高气温—比堆砂量相关图

表3. 13 地域区分ごとの相関係数一覧表（平均侵食速度）

	区分	デー タ数	有意性		最高気温	最低気温	平均気温	年降雨量	年最大 日雨量
			5%	1%					
植生区分	広葉樹	25	0.396	0.505	0.012	-0.100	-0.010	0.177	0.244
	針葉樹	21	0.433	0.549	0.574	-0.022	0.133	0.365	0.404
	草地	4	0.947	0.987	0.088	0.164	0.111	0.529	-0.115
地質区分	1	9	0.666	0.797	-0.415	-0.328	-0.433	-0.409	-0.233
	3	8	0.707	0.834	0.215	-0.311	-0.326	0.702	-0.285
	4	3	0.995	0.999	-0.928	0.567	0.521	-0.438	0.403
	5	3	0.995	0.999	0.550	-0.550	-0.550	-0.550	-0.550
	6	22	0.423	0.537	0.222	-0.009	0.074	0.381	0.441
	8	4	0.947	0.987	0.962	0.849	0.945	0.677	0.778
	9	1							
気候区分	A	17	0.482	0.605	0.529	-0.293	-0.358	-0.258	-0.402
	B	15	0.514	0.641	0.129	-0.223	-0.110	0.053	0.226
	C	8	0.707	0.834	0.720	0.424	0.586	0.662	0.631
	D	10	0.632	0.764	0.125	0.382	0.087	-0.007	0.277

 1%有意
 5%有意

(5) 問題点の整理

(1) から (4) の結果を踏まえて問題点を整理した。

①地質・植生は、有意性を見出だすことができなかった。これは、現状のデータ数が少ないことに起因すると考えられる。ただし、植生の場合3区分であるので、データ数が少なかったことが有意性を見出せなかった原因とは考えにくく、侵食量に寄与する要因ではないと考えることができる。

②本調査における侵食に関する考え方は、年平均を用いている。この中には、堆砂量が負となっている年度のデータが含まれていることもある。排砂計画によって、土砂堆積量を減少させた結果の負の土砂堆積量となっている貯水池は、ほとんどないはずである（排砂設備は、ほとんどの貯水池に設置されているが実際運用されている貯水池は現状ではほとんどない*1）。

従って、負の堆砂量となった年度は、測定誤差を含んでいる可能性がある。このために、侵食速度として用いた年平均値に変わる侵食速度の指標を新たに検討する必要がある。

③気温・降雨の単位（年・日）を再考する。例えば、一雨降雨の年最大値や、月間最大雨量値や、50mm以上の日雨量の年総和などが考えられる。

④気温・降雨については、生起確率ごとに分けて考える。これは、1年の極値では、余り影響のなかった降雨・気温が、ある生起確率年以上になると寄与する可能性があるために把握するものである。

* 1 高秀秀信、他 2 : 天竜川水系の貯水池の堆砂軽減対策、水理講演会論文集、vol.26th, 1982, p361-366

以上の①から④の内、現在あるデータから最も重要性の高い侵食速度の考え方について新たな指標を定義し、諸影響因子との関係を検討するものとした。

(6) 侵食速度の定義の変更

(5) で問題点を把握し、その結果侵食速度の指標を新たに定義することとなった。定義した指標を以下に示す。

a. 近似侵食速度

この指標は、侵食量の経年変化をプロットし、近似式を算定し、その傾きを算出した。この傾きを年間の侵食速度とした。

この指標は、年平均侵食速度とほとんど考え方は同様であり、負の堆砂量も含んだ近似値である(図3.15, 表3.14参照)。

b. 単純増加時近似侵食速度

この指標は、侵食量の経年変化のうち負の年堆砂量を除いた指標である。負の年堆砂量があった年の前後で長い方の期間を対象に近似式を算定し、その傾きを算出した。この傾きを年間の侵食速度とした。

この指標は、負の年堆砂量を含まない単純増加時の侵食速度の近似値である(図3.16, 表3.15参照)。

なお、年平均侵食速度との比較表を表3.16に示す。

①方法

新たに定義した2つの侵食速度の指標を用いて、平均侵食速度と同様に(2)から(4)の検討を行った。

②結果

(2) 各貯水池の代表値と侵食の代表値との相関図の作成につい

ての結果を表3. 17に相関係数比較表を示す。

また、(3) 各貯水池の代表カテゴリーと侵食の年平均侵食速度との有意性の検定についての結果を表3. 18に示す。

さらに、(4) 地域区分による場合分け(地質・植生・気候)についての結果を表3. 19(1)-(2)に気温・降雨量を表3. 20に地質・植生の結果を示す。

③ 考察

(2) 各貯水池の代表値と侵食の代表値との相関図の作成についての結果(表3. 17参照)を比較するといずれも地形量と侵食速度との相関が良く、特に平均侵食速度との相関が最も良い結果となっている。しかしながら、どの侵食速度においても気温、降雨量及び起伏量比との相関が有意な結果となっていない。

従って、地域割りをしていない本調査では気温、降水量は、地盤侵食に寄与していない。

平均侵食速度、近似侵食速度、単純増加時近似侵食速度、若干の差があるものの明白な差はなかった。

(3) 各貯水池の代表カテゴリーと侵食の年平均侵食速度との有意性の検定についての結果(表3. 18参照)を比較する。平均侵食速度及び近似侵食速度では、地質、植生、気候区いずれも有意な結果が得られなかったが、単純増加時近似侵食速度による検定で、地質と気候区で地盤侵食との有意性があった。

地質では、結晶片岩類、先新第三紀堆積岩、花崗岩類の侵食速度が大きく、新第三紀堆積岩、流紋岩類、玄武岩類の侵食速度が小さい。

気候区では、表日本気候区、九州四国南海気候区の侵食速度が大きく、瀬戸内気候区が顕著に少なく、裏日本気候区がその中間を示す。

(4) 地域区分による場合分け(地質・植生・気候)についての結果(表3. 19, 20 参照)を比較する。気温、降水量(表3. 19参照)については、平均侵食速度では、最高気温と年最大日雨量で特定の地域区分について有意な相関性が見出せたが、近似侵食速度及び単純増加時近似侵食速度では、特定の地域区分についても有意な相関性を見出だすことができなかった。

地質・植生(表3. 20参照)については、平均侵食速度では全く有意性を見出だすことができなかったが、近似侵食速度・単純増加時近似侵食速度いずれも有意な結果を得ることができた。

以上の結果を踏まえると、単純増加時近似侵食速度を侵食速度とした指標による分析が最も良好で、有意な結果が多かった。これは、単に本調査のデータに適していたのが単純増加時近似侵食速度であったのではなく、以下の根拠により、各データとの整合性が一番多かったと考えられる。

■基本的に土砂は、貯水池の下流にほとんど流出しない。しかしながら、経年変化の資料では、負の年堆砂量を記録するケースが多々見られた。これは、ダム堆砂資料には堆砂測量誤差・浚渫等による排砂の有無等の影響が入ってしまうからである。

この負の資料が正しいか否かは、ダム管理事務所に確認しなければ定かではないが、浚渫等のダム排砂は余り多くないことから負の年堆砂量の大部分は測量誤差によると考えられる。

したがって、単純増加時近似侵食速度は、他の侵食速度の指標と異なり、測量誤差を余り含まないデータであったために、各データと侵食速度との整合性が一番多い結果となったのである。

また、平均侵食速度と近似侵食速度は、算出方法の性格上ほとんど差異が認められなかった。

烟薙第一

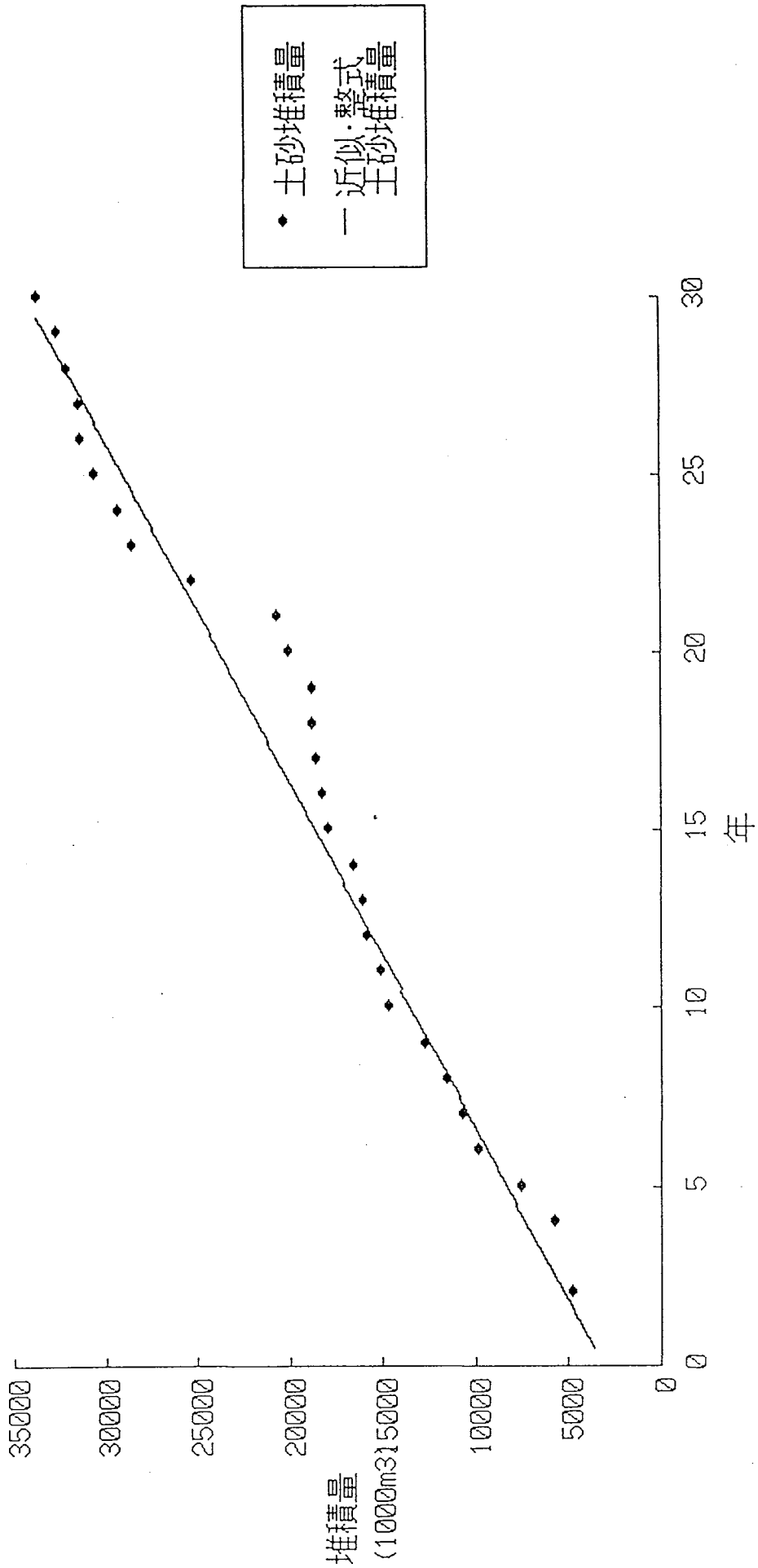
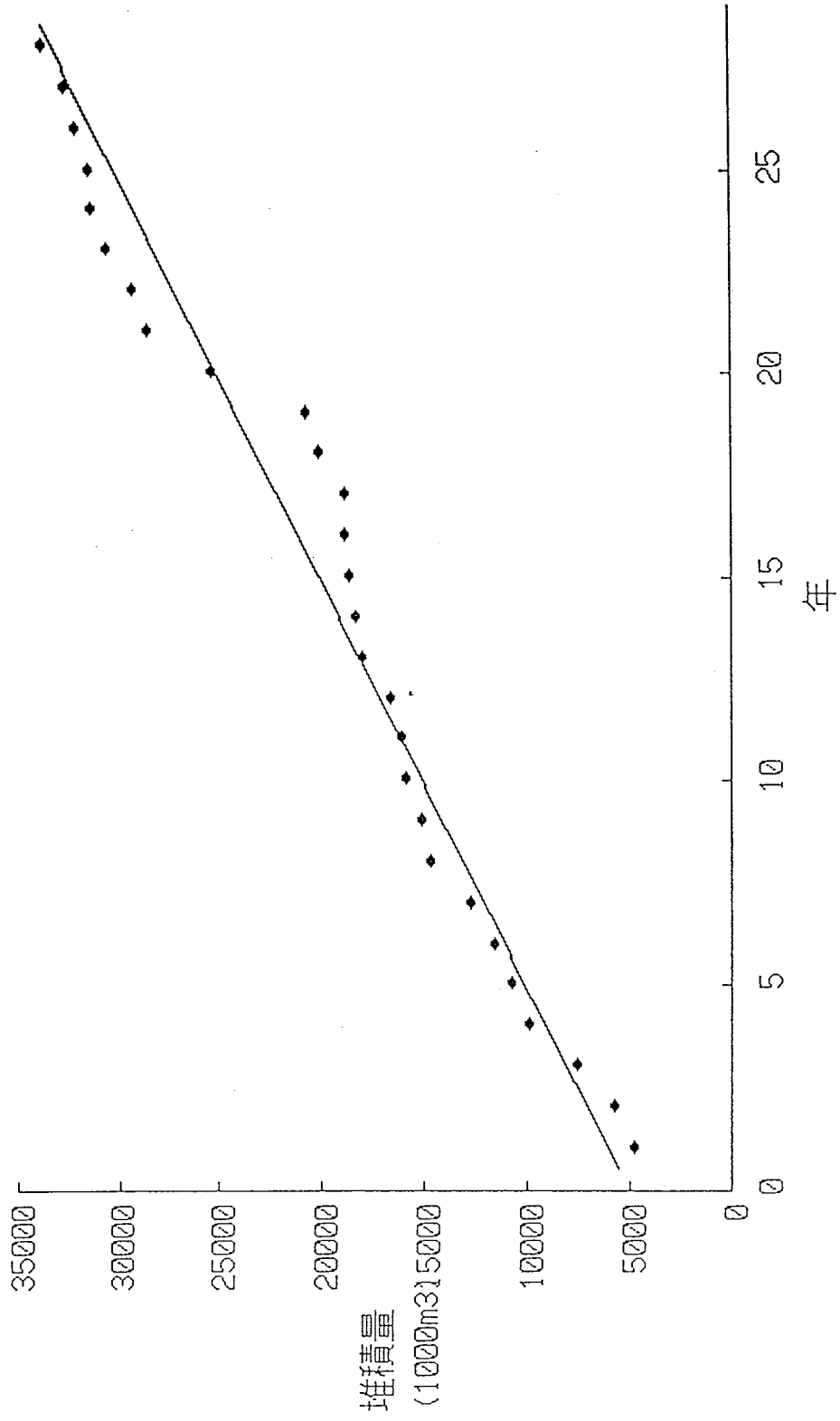


图3. 15 近似侵食速度相关图

表 3. 1 4 近似侵食速度一覽表

流域番号	ダ ム 名	相 関 係 数	傾 き (10^3 m^3 /年)	比 堆 砂 量 (10^3 m^3 /年/ km^2)	流域番号	ダ ム 名	相 関 係 数	傾 き (10^3 m^3 /年)	比 堆 砂 量 (10^3 m^3 /年/ km^2)
1	大 夕 張	0.965	479	1.106	26	立 岩	0.354	17.5	0.135
2	芦 別	0.543	67.5	0.549	27	渡 ノ 瀬	0.934	16.4	0.216
3	目 屋	0.587	45.6	0.266	28	樽 床	0.939	3.48	0.088
4	外 山	0.318	1.61	0.043	29	周 布 川 第 一	0.919	41.2	0.446
5	野 反	0.691	22.6	2.430	30	王 泊	0.972	11.9	0.096
6	荒 沢	0.992	55.4	0.342	31	来 島	0.925	39.1	0.279
7	八 久 和	0.935	63.7	0.429	32	八 戸	0.985	67.6	0.412
8	木 地 山	0.891	30.3	0.481	33	高 暮	0.985	8.65	0.054
9	小 河 内	0.988	115	0.437	34	湯 原	0.986	41.1	0.161
10	畑 薙 第 一	0.983	1,033	3.248	35	帝 釈 川	0.867	15.0	0.125
11	笹 間 川	0.990	101	1.485	36	佐 波 川	0.777	30.9	0.350
12	三 浦	0.771	95.8	1.380	37	木 屋 川	0.717	2.90	0.034
13	笹 生 川	0.928	43.3	0.612	38	佐 々 並 川	0.951	28.0	0.306
14	有 峰	0.774	12.6	0.253	39	長 沢	0.878	80.6	1.151
15	黒 部 貯 水	0.264	373	2.022	40	松 尾 川	-0.075	-1.24	-0.048
16	室 牧	0.944	49.1	0.585	41	大 森 川	-0.615	-14.8	-0.688
17	祐 延	-0.559	-0.457	-0.067	42	名 頃	0.940	18.3	0.863
18	秋 神	0.841	20.5	0.246	43	北 川	-0.225	-63.7	-0.358
19	武 周 湖	0.950	0.401	0.045	44	地 蔵 原	-0.243	-1.45	-0.238
20	黒 田	-0.538	-3.4	-0.442	45	日 向 神	0.909	22.0	0.261
21	坂 本	0.914	42.5	0.552	46	上 椎 葉	0.219	27.9	0.132
22	七 川	0.676	14.2	0.139	47	渡 川	0.917	30.9	0.386
23	殿 山	0.844	129	0.439	48	綾 南	0.930	41.7	0.478
24	引 原	0.965	12.1	0.251	49	綾 北	0.968	112	0.750
25	恩 原	0.413	0.395	0.049	50	諸 塚	0.914	14.8	0.365

畑薙第一



◆ 土砂堆積量
— 近似・整式
土砂堆積量

图3. 16 單純增加時近似侵食速度相關圖

表 3. 15 単純増加時近似侵食速度一覧表

流域番号	ダム名	相関係数	傾き (10^3 m^3 /年)	比堆砂量 (10^3 m^3 /年/ km^2)	流域番号	ダム名	相関係数	傾き (10^3 m^3 /年)	比堆砂量 (10^3 m^3 /年/ km^2)
1	大夕張	0.990	458	1.058	26	立岩	0.979	8.65	0.067
2	芦別	0.761	230	1.870	27	渡ノ瀬	0.947	22.3	0.293
3	目屋	0.977	78.4	0.458	28	樽床	0.939	3.48	0.088
4	外山	0.770	2.64	0.070	29	開布川第一	0.919	41.1	0.445
5	野反	0.730	3.68	0.396	30	王泊	0.883	11.5	0.093
6	荒沢	0.989	56.1	0.346	31	来島	0.925	39.1	0.279
7	八久和	0.991	103	0.694	32	八戸	0.985	67.6	0.412
8	木地山	0.891	30.3	0.481	33	高暮	0.974	10.7	0.067
9	小河内	0.991	118	0.450	34	湯原	0.987	41.7	0.164
10	畑薙第一	0.983	1,041	3.274	35	帝釈川	0.866	15.1	0.126
11	笹間川	0.959	90.2	1.326	36	佐波川	0.962	9.68	0.110
12	三浦	0.759	95.6	1.378	37	木屋川	0.981	6.31	0.075
13	笹生川	0.928	43.3	0.612	38	佐々並川	0.919	29.1	0.318
14	有峰	0.961	17.5	0.351	39	長沢	0.759	79.7	1.139
15	黒部貯水	0.989	411	2.228	40	松尾川	0.979	16.7	0.642
16	室牧	0.921	52.8	0.629	41	大森川	0.991	28.2	1.312
17	祐延	0.959	0.35	0.051	42	名頃	0.897	29.5	1.392
18	秋神	0.978	72.3	0.863	43	北川	0.984	30.9	0.174
19	武周湖	0.989	0.45	0.050	44	地蔵原	0.940	20.1	3.295
20	黒田	0.962	9.29	1.206	45	日向神	0.944	14.1	0.167
21	坂本	0.975	35.6	0.462	46	上椎葉	0.995	147	0.697
22	七川	0.938	61.6	0.604	47	渡川	0.957	56.5	0.706
23	殿山	0.867	210	0.714	48	綾南	0.936	74.9	0.859
24	引原	0.965	12.1	0.251	49	綾北	0.964	113	0.757
25	恩原	0.925	3.28	0.405	50	諸塚	0.901	19.8	0.488

表 3. 16 侵食速度比較表

単位 (10³ m³ /年/km²)

流域 番号	ダム名	比堆砂量			流域 番号	ダム名	比堆砂量		
		年 平均	近似 侵食	単純 近似			年 平均	近似 侵食	単純 近似
1	大夕張	1.19	1.106	1.058	26	立岩	0.21	0.135	0.067
2	芦別	0.61	0.549	1.870	27	渡ノ瀬	0.16	0.216	0.293
3	目屋	0.38	0.266	0.458	28	樽床	0.15	0.088	0.088
4	外山	0.33	0.043	0.070	29	周布川第一	0.37	0.446	0.445
5	野反	0.68	2.430	0.396	30	王泊	0.11	0.096	0.093
6	荒沢	0.40	0.342	0.346	31	来島	0.20	0.279	0.279
7	八久和	0.61	0.429	0.694	32	八戸	0.36	0.412	0.412
8	木地山	0.27	0.481	0.481	33	高暮	0.10	0.054	0.067
9	小河内	0.41	0.437	0.450	34	湯原	0.11	0.161	0.164
10	畑薙第一	3.66	3.248	3.274	35	帝釈川	0.09	0.125	0.126
11	笹間川	1.56	1.485	1.326	36	佐波川	0.32	0.350	0.110
12	三浦	1.98	1.380	1.378	37	木屋川	0.03	0.034	0.075
13	笹生川	0.83	0.612	0.612	38	佐々並川	0.31	0.306	0.318
14	有峰	0.50	0.253	0.351	39	長沢	1.67	1.151	1.139
15	黒部貯水	4.57	2.022	2.228	40	松尾川	0.82	-0.048	0.642
16	室牧	0.49	0.585	0.629	41	大森川	1.80	-0.688	1.312
17	祐延	0.28	-0.067	0.051	42	名頃	0.84	0.863	1.392
18	秋神	0.32	0.246	0.863	43	北川	0.16	-0.358	0.174
19	武周湖	0.06	0.045	0.050	44	地藏原	0.97	-0.238	3.295
20	黒田	-1.99	-0.442	1.206	45	日向神	0.28	0.261	0.167
21	坂本	0.57	0.552	0.462	46	上椎葉	1.96	0.132	0.697
22	七川	0.29	0.139	0.604	47	渡川	1.95	0.386	0.706
23	殿山	0.40	0.439	0.714	48	綾南	0.38	0.478	0.859
24	引原	0.29	0.251	0.251	49	綾北	0.71	0.750	0.757
25	恩原	0.09	0.049	0.405	50	諸塚	0.58	0.365	0.488

表3. 17 相 關 係 數 比 較 表

	平均侵食速度	近似侵食速度	單純增加時近似侵食速度
最高氣溫	0.08	0.040	-0.064
最低氣溫	-0.12	-0.125	-0.197
平均氣溫	-0.05	-0.112	-0.131
年降雨量	0.18	0.174	0.094
最大日雨量	0.18	0.032	0.208
最高標高	0.69	0.567	0.546
最低標高	0.51	0.349	0.334
平均標高	0.71	0.578	0.507
最大起伏量	0.65	0.669	0.566
最小起伏量	0.51	0.395	0.404
平均起伏量	0.64	0.578	0.448
起伏量比	0.13	0.276	-0.053

*) 1% 有意 0.36

5% 有意 0.28

表3. 19 (1)地域区分ごとの相関係数一覧表(近似侵食速度)

	区 分	デー タ数	有 意 性		最高気温	最低気温	平均気温	年降雨量	年最大 日雨量
			5%	1%					
植生区分	広葉樹	25	0.396	0.505	0.012	-0.130	-0.129	0.157	0.135
	針葉樹	21	0.433	0.549	-0.339	-0.003	0.174	0.309	0.200
	草 地	4	0.947	0.987	-0.029	0.058	-0.012	0.560	-0.473
地質区分	1	9	0.666	0.797	-0.325	-0.269	-0.361	0.150	-0.190
	3	8	0.707	0.834	0.133	-0.306	-0.337	0.589	-0.439
	4	3	0.995	0.999	-0.886	0.482	0.603	-0.346	0.492
	5	3	0.995	0.999	-0.984	0.984	0.984	0.984	0.984
	6	22	0.423	0.537	0.100	-0.032	0.023	0.286	0.268
	8	4	0.947	0.987	0.379	0.337	0.373	0.257	0.298
	9	1							
気候区分	A	17	0.482	0.605	-0.503	-0.289	-0.356	-0.130	-0.356
	B	15	0.514	0.641	-0.270	-0.112	-0.188	0.210	0.142
	C	8	0.770	0.483	0.770	0.483	0.639	0.672	0.692
	D	10	0.632	0.764	-0.071	0.205	-0.030	-0.203	0.149


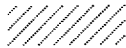
 1%有意
 5%有意

表3. 19 (2) 地域区分ごとの相関係数一覧表 (単純増加時近似侵食速度)

	区 分	デー タ数	有 意 性		最高気温	最低気温	平均気温	年降雨量	年最大 日雨量
			5%	1%					
植生区分	広葉樹	25	0.396	0.505	-0.169	-0.290	-0.363	0.066	0.150
	針葉樹	21	0.433	0.549	-0.317	0.101	-0.098	0.360	0.398
	草 地	4	0.947	0.987	0.761	0.517	0.476	0.103	0.914
地質区分	1	9	0.666	0.797	-0.314	-0.405	-0.264	-0.401	-0.262
	3	8	0.707	0.834	0.434	-0.354	-0.356	0.371	0.024
	4	3	0.995	0.999	0.699	-0.820	-0.188	0.040	-0.737
	5	3	0.995	0.999	0.718	-0.718	-0.718	-0.718	-0.718
	6	22	0.423	0.537	-0.004	-0.124	-0.196	0.219	0.280
	8	4	0.947	0.987	-0.124	-0.179	-0.387	0.801	0.711
	9	1							
気候区分	A	17	0.482	0.605	-0.573	-0.646	-0.645	-0.612	-0.513
	B	15	0.514	0.641	-0.264	-0.318	-0.276	-0.233	-0.132
	C	8	0.707	0.834	0.643	0.652	0.498	0.598	0.671
	D	10	0.632	0.764	0.570	0.081	0.214	0.023	0.012


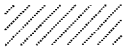
 1%有意
 5%有意

表 3. 18 代表カテゴリーによる F 検定結果

項目	平均侵食速度		近似侵食速度		単純増加時 近似侵食速度	
	地質	植生	地質	植生	地質	植生
地質	×	×	×	×	○	×
植生	×	×	×	×	○	×
気候	×	×	×	×	○	×

○：有意

×：有意でない

表 3. 20 地域区分による F 検定結果

		平均侵食速度		近似侵食速度		単純増加時 近似侵食速度	
		地質	植生	地質	植生	地質	植生
		気候区分	A	×	×	×	○
	B	×	×	×	×	○	○
	C	×	×	×	×	○	×
	D	×	×	○	×	○	×

○：有意

×：有意でない

3. 5. 2 侵食速度と影響因子との関係式の推定

3. 5. 1項で侵食速度と諸影響因子との関係について把握した。その結果、以下の3影響因子について統計的に有意な結果が得られた。

①地形量（標高・起伏量）

②地質

③気候区

すなわち、この3影響因子が、地盤侵食に寄与していると考えられる。

一方、既往のダム堆砂予測式に着目し、上記の3影響因子に関わる指標で評価している既往式を抽出すると以下の通りとなる。

■石外式

A群

$$L O G q_s = 1.60 L O G \Omega - 6.76 \pm 0.69 (0.06 + (\log \Omega - 5.80)^2)^{1/2}$$

B群

$$L O G q_s = 2.18 L O G \Omega - 9.52 \pm 1.16 (0.05 + (\log \Omega - 5.47)^2)^{1/2}$$

C群

$$L O G q_s = 1.50 L O G \Omega - 5.58 \pm 0.65 (0.07 + (\log \Omega - 5.41)^2)^{1/2}$$

..... (3. 4)

q_s : 年比堆砂量 ($m^3 / km^2 / year$)

Ω : 起伏量 $\times 100mm$ 以上年総和

起伏量 : $16km^2$ メッシュ平均値 (m)

A群 : 先新生代堆積岩

B群 : 酸性の深成岩・半深成岩・それらの変成岩

C群 : その他 (新生代堆積岩・噴出岩・結晶片岩)

■建設省式

$$q_s = a F^b R_r^c M_e^d R_d^e \dots\dots\dots (3. 7)$$

F : 流域面積 (km^2)

R_r : 起伏量比 (流域内の最高点と最低点 (ダム施工前の最低河床) の標高差。ただし主流水源の中で最も高い地点をとることとする。主流の長さは、ダムから本流に沿って最高点までの水平距離)
 M : 平均高度 (起伏量比に用いた最高点と最低点の平均値)
 R_d : 期間最大日雨量 (年最大日雨量)

■ 高橋・江頭・中川式

$$Q_s = 1.7 \times 10^4 \cdot C H^{1.5} F^{-0.49} \exp(-0.045 F^{0.45}) \cdot \Sigma (R / 50)^{1.5} \dots\dots\dots (3.8)$$

C : 定数 (= $1.6 (\Sigma A_j / F)^{1.6}$)

H : 起伏量 (km, 流域内の最高点と最低点の標高差)

F : 流域面積 (km²)

R : 50 mm 以上の日雨量

A_j : 4° 以上の谷に対する流域の合計面積

この3種類の式は、いずれも式中に地形量を含み、気候区分を含まない。唯一、石外式だけが地質を考慮した式構成となっている。

また、石外の原文中よると年降雨量では、ダム堆砂量との相関がなく、大きな降雨の年総和が、ダム堆砂量に寄与していると指摘している。この記述は、本調査結果と一部整合し、100 mm 以上の降雨による相関性が残された課題となる。

従って、現状の調査結果を踏まえると既往の式では、石外式が最も本調査と整合している。

4. 日本列島における侵食の特性の把握

ダム堆砂量に基づき算定した地盤の侵食量・侵食速度に基づき、日本列島の侵食の特性を把握した。

4. 1 に本列島における侵食量及び侵食速度の特性

(1) 日本列島における侵食量の特性の把握

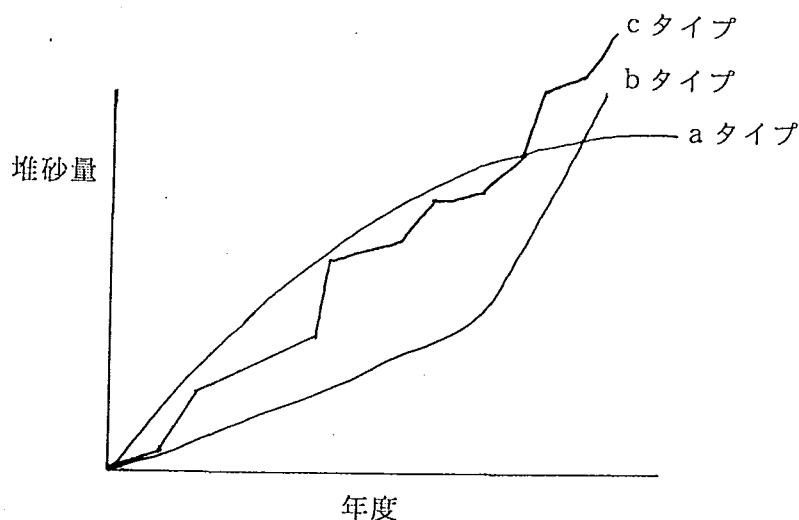
・侵食量（堆砂量）の経年変化は、大きく3通りに分けられる。

aタイプ 上に凸型、竣工後初期の段階で堆砂量が一気に増加し、その後大きな変化もなく同程度の堆砂をする。このタイプの貯水池が圧倒的に多かった。

bタイプ 下に凸型、竣工直後よりも現在或いは近年の堆砂量が多い。このタイプは、数箇所見られた。

cタイプ 変動型、堆砂量の経年変化が著しい。このタイプは、比較的多く存在した。

・ b, cは、イベントに依存する型であるが、aタイプは、イベントに依存しない型である。または、30年間で大きなイベントがなかった貯水池である。



4. 2 日本列島における侵食の地域性の把握

地域区分の考え方にもよるが、地理的な区分で考えると中部山岳地および北陸地方が圧倒的に侵食量が多かった。参考として、図 4. 1 に全国のダム堆砂量を示す。

地質・植生等の定性的な地域区分は、検討の結果、顕著な傾向を示していなかったが、気候と侵食量の間には明らかな傾向が見られた。

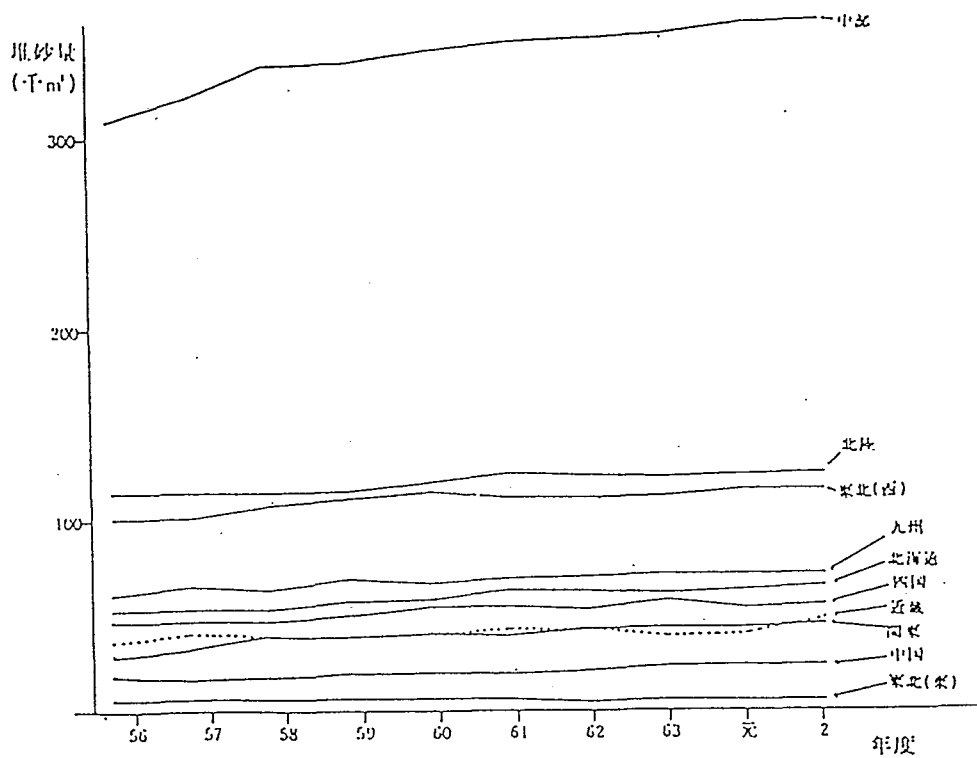


図 4. 1 近年の地域ごとのダム堆砂量

5. 日本列島における侵食速度の推定式の算定

第3章5節2項の「侵食速度と影響因子との関係式の推定」において、既往のダム堆砂量算定式より以下の3式を抽出した。

■石外式

■建設省式

■高橋・江頭・中川式

本調査結果では、・地形量（標高・起伏量）・地質・気候区が、地盤の侵食量に寄与している結果となっているが、どの式においても、本調査で収集・整理していないデータを含んでいる。その中でも、最も本調査結果と近い式型で構成されている式は、石外式であった。

なお、本調査で収集していないデータを以下に示す。

■石外式

- ・ 16km^2 四方の起伏量の流域平均値
- ・ 100mm 以上降雨量の年総和値

■建設省式

- ・ 平均高度（流域全体の最高標高と最低標高の平均値）

■高橋・江頭・中川式

- ・ 4度以上の谷に対する流域の合計面積
- ・ 50mm以上の日雨量
- ・ 起伏量（流域全体の起伏量：k m）

今後、これらの既往の式に着目し、必要なデータを収集する。また、本調査の結果を踏まえて、地質・気候区の分類をし、数量化法等の手法により、オリジナルな構成式を作成する。その結果と既往の式との比較検討を行い、最終的に既往式の変形化、係数の見直し、オリジナルな式の誘導等の結論を得る必要がある。

6. 今後の課題

本調査により、概ねどの影響因子が地盤の侵食に寄与しているか把握したが、これまでの過程、及び将来的な課題として以下の事項があげられる。

■今年度の調査では、ダムの堆砂量を直接、地盤の侵食に結び付けて実施した。しかしながら、ダム堆砂量となるに至るまでの過程で様々な土砂の移動現象が起こっており、一概にダム堆砂量と地盤の侵食量は一致していない。従って、侵食を把握するためにダム堆砂量からの算定するという方法の位置付けと留意点を明確にしておく必要性がある。

■本調査は、現在全国にある300以上のダムのうちの一部である。今後調査を進めるに当たり、サンプル数を増やしていくことによる調査結果の信頼性の向上を図る必要がある。

■既往文献に数々のダム堆砂量予測式がある。本調査は、ダム堆砂量からの地盤侵食へのアプローチであるので直接関係のない指標（影響因子）も多いが関連する指標について今後検討する必要性があるだろう（本年度、影響因子を抽出済み）。

■本調査では、土砂の移動の誘因である洪水のデータが公けになっていないために把握していない。今後の課題となる。

■調査対象期間からの時間的スケールの拡張する必要がある。

■調査対象流域からの空間的スケールの拡張する必要がある。

■地形・地質的考察からのアプローチも考慮する必要があるであろう。

7. まとめ

本調査は、全国の最上流部に位置する50か所の貯水池を対象にダム堆砂量を調査し、流域の地盤侵食量を推算した。また、各ダムごと侵食に寄与すると考えられる影響因子を収集し、地盤侵食量との相関性を見た。その結果

■地形量（標高、起伏量）

■地質

■気候

の3つの影響因子が、地盤侵食に寄与している結果となった。

また、地盤侵食速度の指標として、以下の3種類の指標を用いた。

■平均侵食速度

■近似侵食速度

■単純増加時近似侵食速度

その結果、地質・気候と地盤侵食の関係が単純増加時侵食速度の指標によって見出された。一方、地形量との相関は、平均侵食速度が最もいい結果を示したが、近似侵食速度・単純増加時侵食速度もある程度良好な結果を得た。

また、全国の地盤侵食の特性を見ると以下の3通りに分けられた。

■aタイプ 上に凸型、全国の貯水池の大部分を占めた。

■bタイプ 下に凸型、数箇所見られた。

■cタイプ 変動型、比較的多く存在した。

全国の傾向としては、中部地方、北陸地方がダム堆砂量が多く、東東北・中国地方が少ない。

記号表

A d	: 流域内の崩壊地面積 (km^2)
C	: 貯水容量 (m^3)
C'	: 貯水容量 ($\text{acre-ft}/\text{sq}\cdot\text{mile}$)
C r	: 森林被覆面積や林相などに関する地被密度 (%)
D	: 崩壊地の平均勾配
D I	: 開発指標
D R I	: 流域開発河道指標 ($D I + R I$)
E	: 年間生産土砂量
E s	: 粗侵食率 ($\text{t}/\text{acre}, \text{year}$)
E t	: 貯水池の土砂捕捉率, Brune曲線
F	: 流域面積 (km^2)
F'	: 流域面積 ($\text{sq}\cdot\text{mile}$)
F''	: 流域面積 (acre)
F c h	: 流域単位面積あたり主流面積 ($\text{acre}/\text{sq}\cdot\text{mile}$)
F d	: 荒廃地面積 ($\text{acre}/\text{sq}\cdot\text{mile}$)
F e	: 流域単位面積当たり侵食面積 ($\text{acre}/\text{sq}\cdot\text{mile}$)
F I	: 森林指標
F i	: 火災跡地面積 ($\text{acre}/\text{sq}\cdot\text{mile}$)
F o	: 森林面積率 (%)
G I	: 地質指標
H	: 起伏量 (流域全体, km)
I	: 平均年流入水量 (m^3)
I y	: 年流入水量 (m^3)
K ₃	: 係数
M e	: 平均高度 (100m単位)
P	: 平均年雨量 (100mm)
P'	: 年平均降雨量 (inch)
P m	: 年最大日雨量のモード (mm)
P ₂₄	: 最大24時間雨量 (inch)
Q	: 設計洪水量 (m^3/s)
Q _{max}	: 年最大洪水量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{year}$)
Q s	: 年堆砂量 (m^3)
Q' s	: 年堆砂量 (acre-ft)
Qs1	: 年堆砂量 (10^3m^3)

記号表

$Q_s(t)$: 堆砂量 (t)
$R I$: 河道指標
$R d$: 期間最大日雨量 (mm)
$R f$: 平均起伏量 (100mm 単位)
$R r$: 起伏量比
$R s$: 堆砂率 (%), (堆砂量) / (貯水容量)
S	: 背水終端付近の河床勾配
$T I$: 流域の増水総合指標 ($G I + F I + D R I$)
$V. I$: 植生指標, $0.01 \times \{ (\text{林種面積率}) \times (\text{林種指標点}) + (\text{被覆度面積率}) \times (\text{被覆度指標点}) \}$
Y	: 経過年数
$b \sim h$: 係数
P	: 大雨時降水量 (mm/year), 1回100mm以上の降雨の年平均
q	: 年間最大洪水量 ($f t^3 / s / year$)
q_s	: 年比堆砂量 ($m^3 / km^2 / year$)
$q' s$: 年比堆砂量 ($cu \cdot yds / sq \cdot mile, year$)
$r s$: 平均年堆砂率 (%)
x	: 年最大日流量
α	: 係数
Φ	: 地貌係数 ($10^4 m$), (平均起伏量) \times (平均高度)
Ψ	: 堆砂関数, (平均起伏量) / (承水係数 (C/F))
Ω	: 堆砂関数, (平均起伏量) \times (大雨時降水量 (mm/year))

参考文献

- 1) 芦田和男、奥村武信、ダム堆砂に関する研究：京大防災研究所年報、第17号B、P555-569 (1974)
- 2) 鶴見一之、貯水池堆砂量の一算法：土木学会誌、39-3、P143-145 (1954)
- 3) 吉良八郎、貯水池の堆砂問題について：土木学会論文報告集、第193号、P23-33 (1971)
- 4) 石外宏、貯水池の堆積土砂量について：発電水力、No. 86、P28-36 (1966)
- 5) Elliott M. Flaxman and Robert L. Hobbs, Factors Affecting Rates of Sedimentation in the COLUMBIA RIVER Basin: Transactions, American Geophysical Union, Vol. 36, No. 2, P293-303 (1955)
- 6) 吉良八郎、太田恵司、貯水池における滞砂量の経験的予測：農業土木学会論文集、第79号、P17-33 (1979)
- 7) 江崎一博、貯水池の堆砂に関する研究：土木研究所報告、第129号、12P (1966)
- 8) 江崎一博、貯水池の堆砂量に関する研究：土木学会論文報告集、第262号、P67-78 (1977)
- 9) 建設省河川局砂防課、砂防ダムの堆砂：建設省技術研究会報告、第20回、(1966)
- 10) 建設省河川局砂防課、土木研究所砂防研究室、砂防ダムの堆砂：建設省技術研究会報告、第21回、(1967)
- 11) 羽原伸、前川修、西川一、貯水ダム上流における砂防計画に関する一考察：手取川ダムの土砂動態を中心として、北陸地方建設局管内技術研究会論文集、Vol. 1885、P391-398 (1985)
- 12) 高橋保、江頭進治、中川一、貯水池の堆砂量から見た土砂流出特性：文部省科学研究費特定研究(1) 昭和59年-昭和61年度研究成果報告書、P365-392 (1987)
- 13) 岡信彦、菊地宏吉、藤枝誠、花崗岩分布地域における崩壊特性の解析による生産土砂量の推定：岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、Vol. 20th、P41-45 (1988)