Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-26

貯水池の堆砂に関する基礎的諸問題（第1報）：日本における貯水池堆砂の実態

吉良，八郎
石田，陽博
畑，武志

(Citation)
神戸大学農学部研究報告,11(2):301-318

(Issue Date)
1975

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/00228491

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/00228491

KOBE UNIVERSITY

神大農研報 (Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Univ.) 11 : 301—318, 1975

貯水池の堆砂に関する基礎的諸問題

第1報　日本における貯水池堆砂の実態

吉良八郎*, 石田陽博*, 畑　武志*

(昭和49年8月12日受理)

FUNDAMENTAL PROBLEMS ON SEDIMENTATION IN RESERVOIRS

I. Actual Conditions of Reservoir Sedimentation in Japan

Hachiro KIRA, Yohaku ISHIDA and Takeshi HATA

Abstract

In Japan, about two thirds of its land are the mountain districts, and its topographic and geological features are inevitable to erosion and collapse. The land is a zone frequented by typhoons with erosive dangerous rainfall. Thus the erosion rate is more than four times of the world average, and the production of sediment and its runoff are very important problems.

When a group of dams for flood control and water utilization is constructed across sand-drifting river for the development of a river basin, the phase of the river channel will change so as to be in a new state of equilibrium. At the upper stream of dam sites sedimantation occurs due to the change in the state of river flow. The sedimention has some advantages, but it is essentially a loss to the flood control and water utilization owing to the reduction of storage capacity. It also causes rapid increase of interior flooding by the aggradation of river bed and the rise of groundwater level. On the other hand, at the downstream of dam sites degradation of river bed occurs due to the scouring or sorting caused by the variation of river flow, or by the kinetic energy of flow. In this way river bed approaches the final equilibrium gradient, and its final profile has a static equilibrium bed slope on which the tractive force is identical with the critical tractive force.

Studies on the mechanism of sedimentation, such as the rate of sediment inflow and sediment distribution, are necessary to solve the sediment problem in order to establish a sedimentation policy. Observations on the state of sedimentation are a prerequisite. Observation data of sedimentation at 354 dam sites including electric-power dams, irrigation dams, water supply dams, flood control dams and multiple purposes dams are collected here in 1971, and the respective features are analyzed.

Data are obtained as the sediment accumulation at many dams in the country. Thus the sediment indices in Japan, such as original storage capacity $C(m^3)$, amount of total sediment $Q_s(m^3)$, total rate of sediment accumulation $R_s=100(Q_s/C)$ in percent, mean annual sediment accumulation $r_s=R_s/Y$ in percent, specific sediment accumulation $q_s=Q_s/FY(m^3/km^2, year)$, and time in years since the completion of the dam Y in years, are survayed macroscopically and quantitatively. And the features of respective reservoir are investigated.

By studying in detail the sediment indices on the basis of the sediment accumulations at dams, the variation of characteristics can be estimated for respective regions, river systems or years.

I. まえがき

わが国は，国土の約⅔が山地で危険降雨が多く，さらに地形・地質条件も加わってその侵食速度が世界平均の約4～8倍と大きく，年間約1億m³以上の土砂生産流出が見込まれ，国土の約⅕（山地の約⅓）を占めるダム流域からの過半が，主要貯水池の堆砂量として捕捉されるものと推定されている。このような堆砂現象は，貯水機能の低下喪失はもとより，その上下流側における河床変

*農業土木学研究室

動など，多くの治水・利水障害をもたらすものであり，特に最近は背砂上昇に伴う洪水障害が社会問題となってきて，ダム計画の前途に大きな障壁となっている。この点から，貯水ダムの堆砂災害予測や防除対策などの問題は，利水・防災面からみて緊急性が高く，ダム計画面からみても，適正な設計堆砂量の評価法や堆砂分布形状の推算法の確立が望まれてくる。

また，堆砂給源としての流域に加えられる外力としての降水量は，平均して年1,750mm，日本全体で6,549億 ton で多いが，人口1人あたりの年降水量は約6,500m³と他に比較して小さく評価される。したがって主要貯水ダム数が U.S.A. に次いで多く，今後更に水資源開発の必要性から，ますますダム築造が進められることを考えると，古くは約5,000年前築造されたといわれるエジプトの遺跡ダムの堆砂問題の例を始めとして，近代的ダム建設の歴史とともに，山積している古くかつ新しい貯水ダム堆砂問題の解決は，緊急性が極めて高いものと信ずる。

以上の観点から，貯水ダム堆砂の実態を明らかにし，広くわが国の土砂収支問題の巨視的な解析を行うため，再び全国（1971年度現在）の貯水池実測堆砂資料を収集して若干の検討を行った。

Ⅱ．貯水池の堆砂問題

河川開発のため，治水・利水目的の貯水池が河道に築造されると，人為または自然的な環境変化により新しい平衡関係を得るため河道全体の形態を変え，その上流側では dam up によって河川流況が変化し，堆砂現象が起こる。この堆砂現象は，一応，砂防効果や骨材資源の積極的活用面で効用をもたらすものであるが，貯水容量を減少させ，かんがい，発電，洪水調節，工業用水，水道用水または水産増養殖など，本来の治水・利水目的である貯水機能を低下喪失させ，堆砂の進展に伴ってダム付帯構造物の機能障害を誘起する。また貯水池の上流側では，河床，洪水位ならびに地下水位の上昇現象を誘起して，冠水，排水不良区域拡大による内水災害や池岸・地山の崩壊，地すべりなど，土砂災害の多発激甚化の原因となることもある。特に最近は，これら背砂上昇に伴う洪水障害が社会問題として取り上げられるようになり，貯水池計画の前途に大きな障害となってきた。また貯水池が観光や水産増養殖に利用される場合にも，デルタ堆積や池岸侵食に基づいた環境変化により，貯水池の形態や生態系の急激な変化を起こし，それぞれ利用目的の障害となりつつある。

他方，貯水池の下流側では，堆砂現象による流砂の遮断，河川流量の変化，または流下水勢による洗掘や分級などによって，一般にダム下流側河床は低下し，次第に粗砂礫で被われる armoring 効果(armor coat の生成)を呈するようになる。この土砂杵止作用に基づいた河床低下は，河川構造物の浮き上がりによる損傷，農業用水の取水困難や河床埋設利水施設の露出・損傷，堤内地の地下水低下による井戸取水困難，堤内地から河川への逆漏水，または海岸侵食の助長など，多くの治水・利水機能の諸障害を誘起することもある。

わが国は国土面積37万Km²の約⅔が山地で占められており，水文・地形則からみると地形急峻で地盤運動が激しく，かつ台風常襲地で危険降雨が多いため，侵食速度が世界平均の約4～8倍と大きく，土砂の生産・流出が極めて多い。また，全国主要ダムが占める流域は，約8万Km²と評価され，国土面積の約⅙，山地面積の約⅓に該当し，山地における林道や観光道路の建設，山脚，丘陵地における宅地造成や観光開発が進み，流域内の貯水池堆砂災害などを助長するという，自然環境破壊が大きな社会問題となってきた。

他方，わが国の自然の地形条件は，ダム計画面からみて極度に劣っており，欧米の主要貯水池群に比較して一般にその規模が小さく，経済効果の面で極めて不利とされている。したがって，貯水池の堆砂災害も極めて深刻な様相を示してきており，平均して貯水容量の約1％以上が年々堆砂で減少し，1971（1972）年度現在，主要354（265）貯水池中，原貯水容量の過半以上が埋没して全堆砂率が R_s>50％に達しているものが約12.4(12.1)％，R_s>80％に達して，本来の機能を喪失している貯水池が約4.2(4.9)％にも達している現状からみて，今後ますます堆砂現象に基づいた諸災害の傾向は増大するものと考えられる。

以上の観点から，貯水池堆砂問題の解明は，管理・防災計画面からみて重要性が極めて高いが，他方，貯水ダム計画上の技術面からみても，ダムの耐用年数や有効貯水量の評価，放水・取水施設の配置またはダムの安定計算における堆砂圧の考慮などの点から，適正な設計堆砂量（または設計比堆砂量）や堆砂分布形状などの推算・予測がぜひ必要になってくる。このように，「ダムの埋没は日本の埋没にもなり得る」と論じた故中谷宇吉郎博士[1]の言葉を借りるまでもなく，「莫大な資金を投じて築造した貯水ダムが，流域からの土砂堆積によってみすみす埋没していくことは，国家的な大損失である」といわねばならない。

1962年12月末の世界大ダム統計[2]によると，堤高15m以上のダム数が8,284個あるのに対し，わが国では1,705個を占め，U.S.A. に次いで世界第2位であり，このうち約73％が fill dam で，その大部分の97％は貯水容量の

減少が直接問題となるかんがい用ダムとなっている。また，Table 1[3] は，1966年12月現在，わが国におけるダム高15m 以上の目的別ダム数を示すものであるが，その大部分約90%が，かんがい，発電用となっており，竣工年代別にみると，水資源開発が昭和30年代から急速に進み，大ダム建設が増加の傾向にある。

すなわち，わが国は地形が急峻で降雨量が多いため，落差が必要な水力発電の立地条件に恵まれている。このため明治中期以来，現在に至るまで水力開発が活発に行われ，現在までにおよそ1,600地点，最大出力2,100万kw の水力発電所が完成し，55地点900万kw が工事中である[4]。最近の電力事情をみると，火力発電所の公害問題および原子力発電所の安全性などから，極めて深刻な電源立地難におちいっており，さらに中東戦争に端を発した OAPEC 攻勢を契機としてエネルギー危機が顕在化してきた。このような観点から資源エネルギー庁の発足により，国産クリーンエネルギーの確保に対する要請から，国内無公害資源である〝水力緊急開発〟や夏季ピーク対策としての〝大規模揚水発電計画〟などの推進が考えられてきており，さらに，かんがいその他の水利需要増に対応するため，大規模ダム計画が進められる傾向にある。また1955年度に農林省農地局がまとめた全国溜池調査によると[5),6)]，かんがい用貯水池数は，全国で276,971個（総貯水量21,495×10⁴m³）とされており，その大部分約97%はダム高10m以下の小規模 fill dam である。以上かんがい，発電目的以外の貯水池も総括すると，わが国には人工貯水池が約30万個近く存在するものと推定される。

このように，わが国は水文・地形則の関係で貯水池数が極めて多いが，その貯水態は一般に小さく，このことは，降水量の多いことと相まって貯水池の利用回数が多いことを意味しており，この点からも土砂の流入・堆積の頻度，様相が個々の貯水池で高くかつ複雑であることを示唆するものといえよう。また，土砂収支の面から自然条件が劣っているわが国で，水資源開発のため貯水ダムを築造することは，必然的に貯水池の埋没を短期間に招来する結果となり，今後行われるダム築造による水資源開発地域は，自然環境条件がさらに劣っている山地か，社会的条件の複雑な土地が残っているだけで，ダム建設による貯水池堆砂問題の根本的な検討や，その合理的な対策が必要になってくる。すなわち，貯水池の堆砂問題を合理的に解決するためには，まず堆砂現象の経年的・地域的な実態を客観的に正しく把握する必要があり，また貯水池に流入する土砂量や堆砂分布形状など，その堆砂機構の究明が先決であり，進んで堆砂防除対策の確立が重要課題になってくる。この点，わが国はもとより，国際的にも国際大ダム会議，国際水理学会または国際かんがい排水会議などの主要課題として取り上げられ，土砂水理学の発展に伴って数多くの調査・研究がなされ，その特性が明らかにされてきた。しかし，最古は約5,000年前築されたといわれるエジプトの Sadd. el-Kafara Dam（1885年 Schweinfurth がカイロの南18 miles の Wadi. el-Garawi で発見した B. C. 2950～2750年間築造の世界最古といわれる遺跡ダムで，Marray による1935年の調査によると，流域面積186.48km²の小規模 fill dam に相当するもので，副ダムとの間に6万 ton を越える堆砂が認められている[7)]）の例を始めとして，近代的ダム建設の歴史とともに，古くかつ新しい問題として，いぜんとして具体的な解決策を示し得ない難問題が山積している現状であり，この点，現在はまだ模索過程にあるものといえよう。

また，現存貯水池の堆砂面コウ配は，ダム建設に伴う新たな平衡状態への移行過程にあり，temporary bed slope を示しているものといえるが，問題は，将来最終的な final equilibrium bed slope に達した時，特に河川開発が進んで多くの棚池的な多段貯水池群が築造され，それぞれの上流河道が新たな平衡状態へ移行した時である。

人工貯水池の堆砂現象は，その供給源である流域面からみると，流域の規模，地形・地質，地被状態，水文気象条件，河道の水理学的特性または人為的諸作用などに支配される。他方，貯水池築造面からみると，貯水池の環境・立地条件，規模形態，水理学的特性（特に密度流），貯水位の変動，流入・堆積土砂の特性，捕捉率，築造後の経過年数と堆砂率または貯水池の操作・管理（特

Table. 1　日本の大ダム数（1966年12月末現在，ダム高15m 以上のダム数）

目　的	かんがい	水力発電	洪水調節	工業用水	水溜め	水　道	多目的	計
ダム数	1,370	310	36	5	1	41	123	1,886
百分率(%)	72.6	16.4	1.9	0.3	0.1	2.2	6.5	100

に堆砂防除施設の有無・効果）など，極めて多くの因子に支配され，堆砂の実態がそれぞれ関係する要因によって異なってくる。したがって，貯水池の堆砂機構やその防除対策を画一的に把握・樹立することは一般に困難とされている。

すなわち，堆砂を支配する情報因子が極めて多く，しかも重相関的な影響を及ぼすこと，その実測定量化の手法で未開発部分が多く，実測による量的表現が困難であること，また堆砂現象はその給源となる流域からの土砂生産・流出が，長期間の連続的な形態をとる場合と，不連続で偶発的な形態をとる場合の両者が混在していること，さらにまた，主要な支配因子と考えられる水文特性と土砂の生産・輸送・堆積の関係は非線形性が強く，情報理論的に取り扱う方法を困難なものにしていること，などの原因から，一般にその適確な把握が困難とされている。

Ⅱ．日本における貯水池堆砂の実態調査

貯水池の堆砂機構を究明し，その防災・減災対策を確立するためには，堆砂給源となる流域内の土砂生産過程と河道内における土砂輸送過程における機構，さらに貯水池への流入土砂量や捕捉率などを総合した土砂の生産・輸送・堆積のシステム解析が必要となってくるが，まず現存貯水池の堆砂に関する実態を，長期間にわたったより広範囲の既往実測資料を収集・解析することにより，適確に把握することが急務である。

わが国における近代的貯水ダムの堆砂量経年変化については，従来から通商産業省を通じて主要発電用ダムのみの実測堆砂量資料が公表されてきており，これらを基にした総括的な検討が，鶴見[8]，吉良[9)~13)]，石川，浅田[14)]などにより，それぞれ特定年度までの資料を中心にしてなされてきた。しかして，その全堆砂率 R_s の経年変化の傾向をみると，一応緩慢型，急速型およびその間型埋没貯水池群に大別でき[10),11)]，また，貯水池の全堆砂量 Q_s の経年変化の傾向は，一般に Fig. 1 [14)]に示すように3 stage に分けられる。すなわち，stage Ⅰはダム竣工直後，付け替道路のずり，その他工事に伴う流出土砂の助長も含めて堆砂速度が最も大きい期間である。次に stage Ⅰ を過ぎると，特に豪雨による大洪水でも起こらない限り，流出土砂量は自然時の状態にもどって堆砂速度も緩慢となり，堆砂の傾向は比較的安定した stage Ⅱ に入り，この時期には上流からの掃流砂はもとより浮流砂の大部分は貯水池内に捕捉され堆積する。さらに堆砂が進むと流入土砂の大部分がダムを越流流下する stage Ⅲ となる。このような傾向は，ダムの高さ流入堆積土砂の粒度構成などによって変化するが，

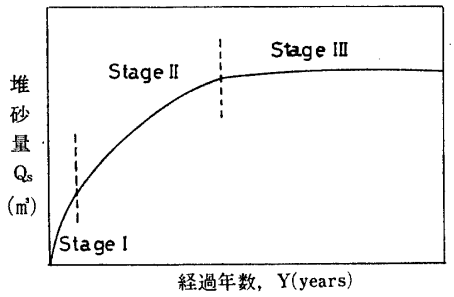


Fig. 1　貯水池堆砂量の経年変化（石川，浅田）

高ダムでは一般にみられる傾向である。この点から，貯水池の堆砂量として評価される年間堆砂量，全堆砂率 R_s，年堆砂率 r_s，比堆砂量 q_s などの sediment index は，それぞれ各 stage で異なってくるはずである。すなわち，これらの堆砂指標は，堆砂量経年変化曲線にしたがい，それぞれ供試堆砂資料の採用年次によってその評価も変動するはずである。

以上の観点から，再び1971年度現在までの全国貯水ダムの堆砂実測資料ならびに関連水文資料を，通商産業省，建設省，農林省，各都道府県，北海道開発庁，日本国有鉄道，水資源開発公団，各電力会社などに依頼・収集し，事情により得られなかった関連ダム資料については，その他の公表資料[3,11,14,15)]などを基にして補足し，それぞれ堆砂指標を求めて巨視的な実態解析を行った。

Table. 2 は，わが国の貯水ダム堆砂調査表（1971年度現在）を示したもので，一応地域別，水系別に列記したが，水系別を中心にしたので多少地域的な面で相違はある。また，この表には全貯水容量 $C(m^3)$，1971年度現在の全堆砂量 $Q_s(m^3)$，1971年度現在の全堆砂率 $R_s(\%)=100(Q_s/C)$，経過年数 Y(years)，平均年堆砂率 $r_s(\%)=R_s/Y$，比堆砂量 $q_s(m^3/km^2, year)=Q_s/FY$（F：流域面積，$km^2$）などの堆砂特性指標を示してあり，その他の堆砂支都因子については割愛したので，続いて詳細検討の際補足する。

全国的な堆砂の傾向を示すために地域別，水系別の堆砂特性指標を算出し，その概況を示したのが，Table. 3, 4, Fig. 2, 3で，Fig. 2 は，1970年度，ダム高15m 以上，C＝100万 m^3 以上の253発電用貯水ダム資料について行った石川・浅田の調査結果[14)]に，1971年度同一資料[15)]を補足したものである。たとえば，Table. 3 は1971年度現在のわが国主要貯水池354個について地方別に各堆砂特性因子をまとめたものであり，1971年度で全国総堆砂量合計$6.83\times10^8 m^3$となり，総貯水容量$98.83\times10^8 m^3$の約6.91%に達している。地域的にみると，全堆砂量，全堆砂率または年堆砂率などの堆砂指標は東海地方が最も大きく全堆砂量でみると，中部山岳地帯を含む東海・北

陸地方で全国の約½を占めている現状である。また比堆砂量は四国地方が最高であるが，次いで東海，北陸，近畿地方でも，全国平均 $q_s=469(m^3/km^2, year)$ 以上の値を示している。Fig. 2 に示す全国・地方別の総堆砂量経年変化をみても地域別の変化が明瞭である。つぎに，堆砂特性指標のうち，ダム計画面で適正評価が期待される比堆砂量 q_s について，地域都道府県別に示したのが Fig. 3 で，これと対応させるため地域都道府県別の平均面積年降水量分布[18]を示したのが Fig. 4 である。Fig. 3 には，多少資料が得られなかった地域もあり，また別の資料を用いた例もあるが，静岡県が最高で $q_s=1,626(m^3/km^2, year)$，高知県がこれに次いで $q_s=1,148(m^3/km^2, year)$ と $q_s>1,000$ を示し，全国平均 $q_s=469\fallingdotseq500$ を基準にすると，九州地方では宮崎県，四国地方では高知県，徳島県，近畿地方では和歌山県，奈良県，北陸地方では富山県，石川県，福井県，東海地方では静岡県，長野県，関東地方では山梨県などがこの値を超過しており，Fig. 4 に示す水文分布とかなりよい対応を示している。また Fig. 3 に示した $q_s>500$ または $q_s>1,000$ の地域別ダム度数分布をみると，それぞれ東海地方が最高値を示している。

貯水ダムの堆砂指標の地域特性を評価する場合，地域を地方別・都道府県別などとするより，流域別・水系河川別などを採用した方が具体的な利用価値が高い。このような観点から，一応水系別比堆砂量を評価したのが Table. 4 で，これには，同一水系内に2個以上の堆砂実測ダムがある場合の平均値を示してある。Table. 4 によると，水系別比堆砂量の最高は黒部川第四ダムを含む黒部川（$q_s=4,054m^3/km^2, year$）で，次いで大井川，吉野川，胎内川，富士川なども $q_s>1,000(m^3/km^2, year)$ を示し，その他全国平均 $q_s=469(m^3/km^2, year)$ 以上を示す水系としては，一ツ瀬川，小丸川，耳川，奈

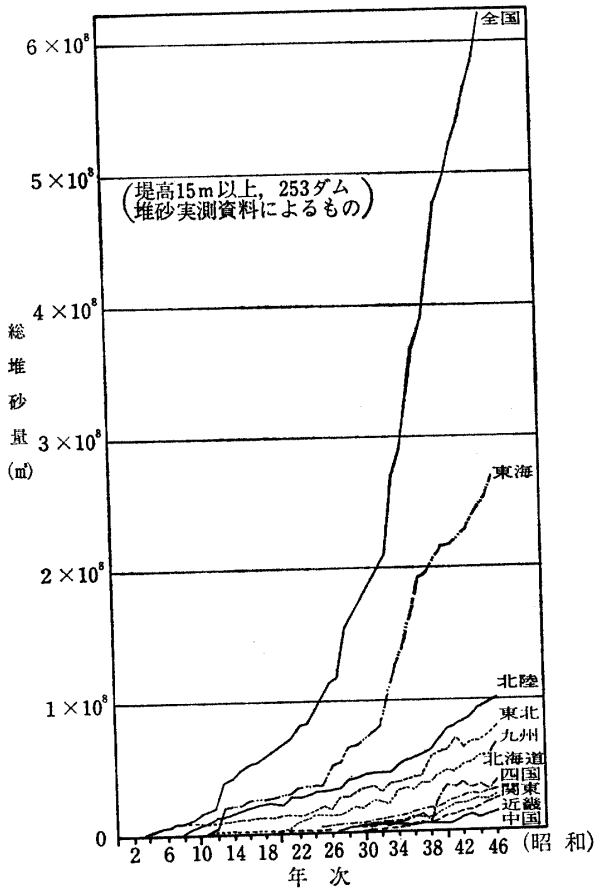


Fig. 2　全国・地方別の総堆砂量経年変化
（石川，浅田の図に昭和46年度資料を補足したもの）

Table. 3　わが国における主要貯水池群の地域別堆砂指標（1971年度現在）

地域別	供試ダム数	全貯水容量C 計 (10^3m^3)	全貯水容量C 平均 (10^3m^3)	全堆砂量 Q_s 計 (10^3m^3)	全堆砂量 Q_s 平均 (10^3m^3)	C/F (m^3/m^2) 1971現在	平均全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	平均比堆砂量 q_s (m^3/km^2 year)	平均設計比堆砂量 q_{sp} (m^3/km^2 year)	平均経過年数 Y (years)	備考
九州	51	773,401	15,165	63,122.4	1,237	0.0852	17.98	0.87	299	244	20.98	*：340ダムの平均
四国	34	551,098	16,209	39,675	1,167	0.1446	15.25	1.02	819	407	15.41	
中国	41	775,049	18,904	13,422.2	327	0.1196	7.59	0.44	149	205	17.32	**：335ダムの平均
近畿	21	956,102	45,529	27,953	1,331	0.2110	10.47	0.74	517	333	12.50	
東海	40	1,150,208	28,755	275,442	6,886	0.0794	35.91	1.80	807	449	21.06	***：105ダムの平均
北陸	51	1,514,150	29,689	105,319	2,065	0.1755	21.67	1.32	550	269	16.49	
関東	38	1,012,958	26,657	28,289	744	0.1318	25.26	1.25	360	461	22.20	C/F：承水係数
東北	53	2,373,233	44,778	93,023	1,755	0.1442	14.42	0.79	328	269	17.24	
北海道	25	796,764	31,871	36,361	1,454	0.1360	16.93	1.27	323	267	20.24	
計	354	9,882,963		682,596.6								
総平均			27,918		1,928	0.1312*	18.80	1.06	469**	442***	18.40	

判利川，物部川，那賀川，熊野川，淀川，天竜川，木曽川，九頭竜川，庄川，赤川，三面川，静内川などの各水系があげられる。このような水系別堆砂指標は，Table. 2に示した個々の貯水ダムの堆砂指標はもとより，Table. 3，Fig. 3 などに示した地方別・都道府県別の堆砂指標などとともに，模索過程にある現時点では，貯水ダム設計，堆砂量の評価決定の目安となろう。しかし，単に同一水系・河川内に立地する棚池的な多段貯水池群の個々の比堆砂量の平均値でなく，同一水系内の最下流端に立地する貯水ダムが占める流域全体について，一環とした水系別比堆砂量の適正評価を，捕捉率やわが国の土砂収支の評価と関連づけて検討中である。

つぎに，堆砂特性指標の経年変化を示したのが Fig. 1, 2, 5, Table. 5, 6 などである。Fig. 2 には全国・地方別の総堆砂量経

地方別比堆砂量分布

地域	供試ダム	比堆砂量 q_s (m^3/km^2, year)	ダム数 $q_s>500$	ダム数 $q_s>1000$
九州	51	299	7	3
四国	34	819	12	8
中国	41	149	2	1
近畿	21	517	8	3
東海	39	807	15	9
北陸	42	550	12	4
関東	37	360	4	2
東北	51	328	11	5
北海道	19	323	5	2
全国	335	469	76	37

都道府県別比堆砂量分布

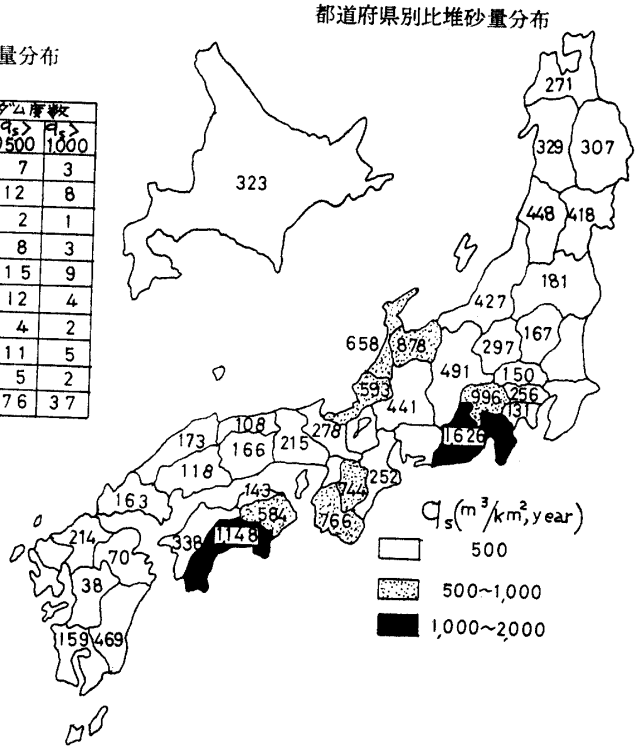


Fig. 3　地域別比堆砂量の分布

Table. 4　わが国における主要貯水池群の水系別比堆砂量（1971年度現在）

地域	水系	供試ダム数	平均比堆砂量 q_s (m^3/km^2, year)
九州	一ツ瀬川	4	822
	小丸川	4	731
	耳川	8	486
	大淀川	7	314
	大分川	3	92
	五ケ瀬川	5	92
	球磨川	5	38
	川内川	2	37
	筑後川	4	30
四国	吉野川	14	1,278
	奈判利川	3	964
	物部川	3	693
	那賀川	5	562
	四万十川	2	169
	仁淀川	2	60
中国	斐伊川	3	333
	高梁川	6	219
	小瀬川	3	182
	錦川	2	165
	日野川	2	143
	太田川	4	111
	江川	3	87
	旭川	2	77
	吉井川	2	36
近畿	熊野川	8	645
	淀川	2	471
	宮川	3	317
	由良川	2	85
東海	大井川	8	1,756
	天竜川	7	951
	木曽川	22	491
北陸	黒部川	2	4,053
	九頭竜川	5	702
	庄川	9	507
	常願寺川	2	298
	信濃川	14	267
	神通川	6	93
関東	富士川	5	1,190
	利根川	22	272
	相模川	4	164
	荒川	3	150

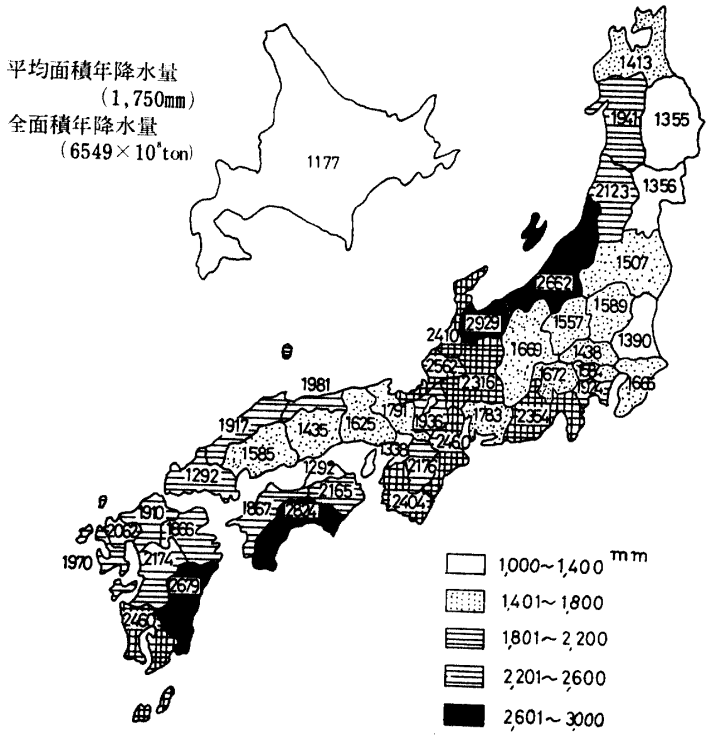


Fig. 4　地域別平均面積年降水量の分布（mm）

年変化を示してあるが，1957年頃から堆砂量が急速に増加している傾向が明瞭に認められ，その増加量は昭和初年から昭和31年までの年平均2,600×10⁴m³ に対し，昭和32年以降では4,500×10⁴m³ で2倍近くを示してい

地　域	水　系	供試ダム数	平均比堆砂量 q_s (m³/km², year)
東　北	胎内川	2	1,260
	赤　川	3	610
	三面川	2	533
	米代川	3	366
	雄物川	4	354
	北上川	10	335
	最上川	4	326
	岩木川	2	294
	名取川	2	267
	荒　川	2	226
	阿賀野川	16	170
北海道	静内川	2	697
	新冠川	2	304
	十勝川	4	286
	石狩川	6	226

る。これは，1950年代のダム建設の影響がこの時点より順次現われていると同時に，流域開発の進展も強く影響しているものと考えられている[14]。

Table. 5 は，わが国における全堆砂率 R_s 度数分布の1968～1972にわたる経年変化[12,14,17]と他国（U.S.A. India）の著例[12]を比較したものである。これによると，1971年度現在で，全国354ダム中，全堆砂率 R_s が50%を越える貯水ダムが12.4%を占め，また R_s が80%または90%を越え，本来の貯水機能を喪失している貯水ダムがそれぞれ4.2%，2.5%を占めている。R_s>90%の著例として，追立ダム（那賀川，98.74%），千頭ダム（大井川，98.06%），梵字川ダム（赤川，97.08%），大間ダム（大井川，93.35%），黒又ダム（信濃川，92.78%），西山ダム（富士川，92.42%），白砂ダム（利根川，92.34%），黒部ダム（利根川，92.10%），平岡ダム（天竜川，90.64%）などがあげられ，その過半近くが，中部山岳地帯を含み，荒廃河川の多い東海，北陸地方に属している。なお，R_s 度数分布の経年変化では，それぞれ採用ダム数の相違はあるが，あまり度数分布の変動が認められず，この際 silt problems では世界の両雄と称する U.S.A. や India における主要ダム群の例をみると，母集団のとり方が基準年，資料数の点で異なっているが，その度数分布がわが国のそれに類似していることは興味深い。

長期間の貯水池堆砂現象をみると，その他の土砂災害現象でみられるように，長期間の連続的現象を示す場合より，むしろ期間中の不連続で偶発的なある特定の異常現象（たとえば山腹崩壊や大規模な土石流など）を示す場合に支配されるものである。この点，特定の流域・水系河川内における貯水池や個々の貯水池の堆砂を考慮する場合，その堆砂支配因子のうち，地形・地質，地被条件などの変化は，人為的作用が加えられない限り一般に緩慢であり，設計堆砂100年程度の期間内における土砂の生産・流出・堆積の系列を支配する主要因子は，期間内の異常な気象条件に基づいた水文・水理時系列特性であると考えられる。しかし，長期間の実測堆砂資料から年々評価される全堆砂率 R_s，年堆砂率 r_s または比堆砂量 q_s などの平均的な堆砂指標は，前述の全堆砂量経年変化曲線（Fig. 1）にしたがって，個々の貯水池では一般に安定化する傾向がみられる。このような傾向は，総括的にもいえることで，たとえば Table. 6 に示す堆砂指標の全国平均に関する経年変化資料をみると，短期間とはいえ一応 q_s，r_s などの堆砂指標の低減，安定化の傾向がみられる。

Table. 5 全堆砂率 R_s 度数分布の経年変化

全堆砂率	日本								他国の著例（A）				備考
	1968(A)		1970(B)		1972(C)		1971(D)		U. S. A.		India		
R_s (%)	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	
<10	116	51.1	126	51.2	190	53.7	139	52.4	85	49.7	30	50.8	A：吉良[12]
10～20	37	16.3	41	16.7	49	13.8	42	15.8	36	21.1	12	20.3	B：石川・浅田[14]
20～30	19	8.4	19	7.7	27	7.6	17	6.4	19	11.1	10	17.0	C：吉良・石田・畑（本調査）
30～40	18	7.9	19	7.7	30	8.5	24	9.1	10	5.8	1	1.7	
40～50	10	4.5	10	4.1	14	4.0	11	4.2	7	4.1	3	5.1	D：資源エネルギー庁[17]
50～60	6	2.6	8	3.3	14	4.0	12	4.5	4	2.3	0	0	
60～70	6	2.6	8	3.3	11	3.1	5	1.9	3	1.8	2	3.4	
70～80	0	0	2	0.8	4	1.1	2	0.8	2	1.2	0	0	
80～90	8	3.5	6	2.4	6	1.7	6	3.0	4	2.3	1	1.7	
90～100	7	3.1	7	2.8	9	2.5	5	1.9	1	0.6	0	0	
計	227	100	246	100	354	100	265	100	171	100	59	100	

Table. 6 わが国における主要貯水池総括堆砂指標の経年変化

資料採用年次		1957	1968	1970	1971	1972	備考
著者，文献		吉良[11]	吉良[12]	石川・浅田[14]	吉良・石田・畑*	資源エネルギー庁[17]	
全堆砂率	供試ダム数	256	227	243	354	265	*：本調査
	R_s (%)	—	—	19.83	18.80	20.63	
	R_s>50%のダム数(%)	22	11.8	12.6	12.4	12.1	
	R_s>80%のダム数(%)	10	6.6	5.2	4.2	4.9	
平均年堆砂率	供試ダム数	256	366	243	354	—	
	r_s (%)	1.887	1.71	1.14	1.06	—	
比堆砂量	供試ダム数	—	277	241	336	—	
	q_s (m^3/km^2, year)	—	533	514	469	—	

このような点に関して，わが国ダム高15m 以上，貯水容量$10^6 m^3$ 以上の貯水ダム数と比堆砂量全国・地方別平均値の経年変化（1971年度まで）の様相を示したのが Fig. 5 である。これによると，巨視的には，昭和10年代以降ダム数は linear に急増加するのに対し，比堆砂量の全国平均値は $q_s \fallingdotseq 300 \sim 700$ (m^3/km^2, year) の範囲の変動を示しながら，最近には昭和30年代に急増して昭和40年代には $q_s \fallingdotseq 500$ (m^3/km^2, year) 付近に低減・安定化の傾向がみられる。この q_s の変動は，一応，水文時系列特性や人為的な流域開発またはダム数急増などの影響によるものと考えられるが，q_s の全国・地方別平均値を巨視的に示した Fig. 5 でも過去の著明な台風や集中豪雨偶発現象の time series と割合よい対応を示していることは興味あることである。

貯水ダムの堆砂特性指標は，ダムの規模（たとえば貯水容量やダム高），同一水系内のダム数などによっても変化するもので，この点に関し，1971年度現在のわが国主要貯水ダム 349 堆砂資料をもとにして，貯水容量の規模別に堆砂特性をまとめたのが Table. 7 である。この結果をみると，$C = 10^4 \sim 10^5$ order の資料があまり得られなかったが，貯水容量 C，したがって C/F ratio の増大に伴って全堆砂量 Q_s や比堆砂量 q_s は増加するが，逆に全堆砂率 R_s や年堆砂率 r_s などは減少傾向を示すことが明瞭となる。この結果を，U. S. A. (968個の堆砂資料，Dendy[19]) の解析結果と総括平均値で比較すると，U. S. A. では貯水池の規模が一般に大きく，貯水池あたりの平均貯水容量が$78,035 \times 10^3 m^3$ となるのに対し，わが国では$28,217 \times 10^3 m^3$ で約1/3で小さく，貯水池あたりの

Table. 7　わが国における貯水池群の貯水容量階級別堆砂指標（1971年度現在）

貯水容量階級 (m^3)	供試ダム数	全貯水容量 (10^6m^3)	全堆砂量 Q_s (10^6m^3)	C/F (m^3/m^2) 1971現在	平均全堆砂率 R_s (%)	平均年堆砂率 r_s (%)	平均比堆砂量 q_s (m^3/m^2, year)	平均経過年数 Y (years)	備考
10^4～10^5	9	0.6	0.2	0.0030	37.20	1.24	56	36.88	*：331ダム平均
10^5～10^6	34	15.3	5.2	0.0486	26.30	1.57	175	18.52	
10^6～10^7	142	557.1	117.2	0.0387	25.80	1.37	213	20.87	
10^7～10^8	142	4,481.9	384.0	0.1726	10.25	0.63	597	15.53	
10^8～10^9	22	4,788.9	165.5	0.6502	3.72	0.38	1,809	10.80	
計	349	9,847.8	672.2						
総平均		28.2	1.9	0.1323	18.42	1.02	460*	18.42	

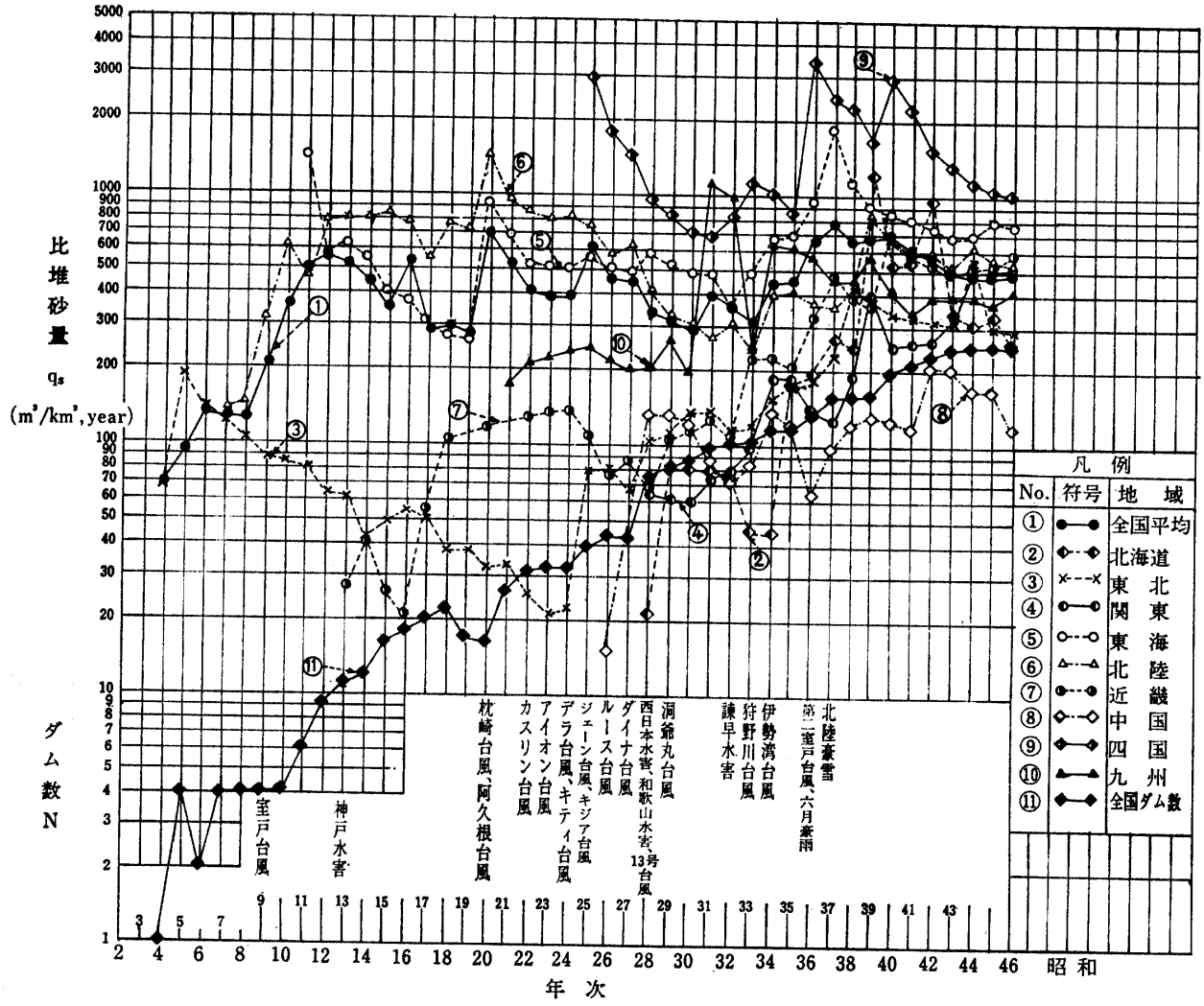


Fig. 5　ダム数および比堆砂量の全国・地方別平均値の経年変化（ダム高>15m, 貯水容量>10^6m^3, 1971）

平均堆砂量も U. S. A. で3,072×10^3m^3 に対して，わが国では，1,926×10^3m^3 で約⅔で小さい。他方，全堆砂率 R_s は U. S. A. で3.9%に対して，わが国では18.42%で約5倍ほど高く，年堆砂率 r_s は平均値で U. S. A. が0.72%に対し，わが国では1.02%で高く，したがって堆砂速度が約1.5倍ほど高く評価される。

Ⅳ. あとがき

古くは約5,000年前築造されたといわれるエジプトの遺跡ダムの堆砂問題を始めとして，近代的ダム建設の歴史とともに山積している貯水ダム堆砂問題の解決は，緊

急性が極めて高い。このような観点から，まず，わが国における貯水ダムの堆砂問題の重要性について力説し，続いて，広くわが国の土砂収支問題の巨視的な解析を行うため，再び全国354貯水池実測堆砂資料（1971年度現在）を収集して，貯水ダム堆砂の実態を明らかにした。その結果，全堆砂量 Q_s，全堆砂率 R_s，年堆砂率 r_s または比堆砂量 q_s などの堆砂特性指標には，それぞれ地域別，水系別または経年変化の特性があることが認められた。

最後に，堆砂資料の収集にあたり，種々の便宜を計っていただいた通商産業省，建設省，農林省，各都道府県，北海道開発庁，日本国有鉄道，水資源開発公団，各電力会社関係の各位に謝意を表わすとともに，この研究の一部は文部省科学研究費（自然災害特別研究）補助金によったことを付記する。

引 用 文 献

1）中谷宇吉郎：文芸春秋，(11)，(1951)。
2）農林省農地局：土地改良事業計画設計基準，フィルダム編，(1966)。
3）日本大ダム会議：日本ダム台帳，(1968)。
4）吉田方明：水門鉄管，(84)，(1974)。
5）泰野政明：コンクリートダム，15(11)，(1956)。
6）前川忠夫：香川大学農学部学術報告，8(1)，(1956)。
7）A. K. Biswas：*History of Hydroloy*，(1972)。
8）鶴見一之：土木学会誌，39(3)，(1954)。
9）吉良八郎：農業土木研究，23(6)，(1956)。
10）吉良八郎：土地改良，10(12)，(1960)。
11）吉良八郎：香川大学農学部紀要，(12)，(1963)。
12）吉良八郎：土木学会論文報告集，(193)，1971)。*Transaction of the Japan Society of Civil Engineers*，3(2)，(1971)。
13）吉良八郎：1974年度（第10回）水工学に関する夏季研修会講義集，水工学シリーズ，(74-A-5)，(1974)。
14）石川晴雄，浅田宏：電力中央研究所，技術第2研究所報告，(土木72,019)，(1972)。
15）通商産業省：発電水力，(1954～1971)。
16）全国河川総合開発促進期成同盟会編：日本の多目的ダム，(1972)。
17）資源エネルギー庁公益事業部水力課：発電水力，(130)，(1974)。
18）石原健二：環境情報科学，1(1)，(1972)。
19）F. E. Dendy：*Journal of Soil and Water Conservation*，July，August，(1968).

Table. 2 わが国の貯水ダム堆砂調査表（1971年度現在）

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 $C(10^3m^3)$	全堆砂量 $Q_s(10^3m^3)$	全堆砂率 $R_s(\%)$	平均年堆砂率 $r_s(\%)$	比堆砂量 $q_s(m^3/m^2, year)$	経過年数 Y(year)	備考
九州地方	1	地蔵原	筑後川	1,854	473	25.57	0.50	95	50.67	
	2	女子畑第1	〃	434	147	33.87	0.62	4	55.00	S.43 現在
	3	女子畑第2	〃	675	293	43.41	1.34	8	32.50	S.43 現在
	4	夜明	〃	4050	284	7.01	0.39	11	17.83	
	5	山下	大分川	2463	140	5.68	0.11	112	54.50	
	6	芹川	〃	27500	247	0.90	0.06	134	15.58	
	7	篠原	〃	1663	181	10.88	0.77	31	14.08	
	8	北川	五ケ瀬川	40000	212	0.53	0.06	105	9.58	
	9	桑野内	〃	961	410	42.66	2.63	117	16.25	
	10	西畑	〃	247	124	50.20	3.81	185	13.17	
	11	芋洗谷	〃	61	17	27.87	0.80	8	34.75	S.38 現在
	12	星山	〃	3029	1071	35.35	1.21	47	29.33	
	13	上椎葉	耳川	91500	14533	15.88	0.94	2955	16.83	
	14	岩屋戸	〃	5189	646	12.45	0.43	61	29.17	
	15	塚原	〃	34326	4536	12.49	0.37	302	33.50	
	16	諸塚	〃	3484	486	13.95	1.26	382	11.08	
	17	山須原	〃	4190	1552	37.04	0.92	65	40.17	
	18	西郷	〃	2452	623	25.41	0.60	23	42.25	
	19	大内原	〃	6868	618	−0.03	−0.002	53	15.75	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	20	宮之元	耳川	141	25	17.75	1.94	47	9.17	S.44 現在
	21	渡川	小丸川	31900	5000	15.67	0.89	2065	16.92	
	22	松尾	〃	43678	4371	10.01	0.58	658	21.83	
	23	戸崎	〃	1273	711	55.85	1.94	74	28.75	
	24	川原	〃	3220	1450	45.03	1.41	126	31.92	
	25	立花	一ツ瀬川	7800	542	6.95	0.79	744	8.83	
	26	寒川	〃	716	106	14.80	1.71	139	8.67	
	27	一ツ瀬	〃	261315	8257	3.16	0.36	2116	8.75	
	28	杉安	〃	8765	1264	14.42	1.60	289	9.00	
	29	大淀川第1	大淀川	8500	2820	33.18	3.02	272	11.00	
	30	大淀川第2	〃	309	91	29.45	0.78	647	38.00	S.44 現在
	31	高岡	〃	12465	7263	58.27	1.46	132	40.00	
	32	岩瀬	〃	38900	96	0.25	0.05	58	4.67	
	33	綾北	〃	17205	1013	5.89	0.50	574	11.83	
	34	綾南	〃	35405	537	1.52	0.11	382	13.92	
	35	古賀根橋	〃	1381	489	35.41	2.72	134	13.00	
	36	尾立	安房川	2265	13	0.57	0.06	25	8.92	
	37	川内川第2	川内川	2725	113	4.15	0.65	22	6.42	S.45 現在
	38	十曽	〃	480	24	4.94	0.19	52	25.50	
	39	新住用	住用川	522	113	21.59	1.80	293	12.00	
	40	南部	秋利神川	375	1	0.16	0.09	232	1.75	
	41	母門	花時名川	117	1	0.77	0.10	143	7.75	
	42	西部	ウワナル川	155	0.4	0.26	0.05	228	4.75	
	43	高隈	肝属川	13930	63	0.45	0.09	345	4.75	
	44	嶽	野田川	320	4	0.53	0.02	94	23.75	
	45	厳木	松浦川	84	36	42.86	1.05	32	41.00	
	46	白水滝	球磨川	139	51	36.78	0.81	111	45.25	
	47	幸野	〃	326	21	6.44	0.92	19	7.00	S.41 現在
	48	瀬戸石	〃	9930	223	2.25	0.17	10	13.50	
	49	荒瀬	〃	10137	1405	13.86	0.72	46	17.25	
	50	五木川	〃	77	24	31.17	1.00	3	31.17	
	51	日向神	矢部川	27900	392	1.41	0.13	416	11.17	
四国地方	52	宮川内	吉野川	1350	57	4.23	0.60	353	7.00	
	53	三繩	〃	227	12	5.29	0.44	4	12.00	
	54	若宮谷	〃	94	7	7.49	0.21	38	35.00	
	55	松尾川	〃	14300	943	6.59	0.36	1969	18.42	
	56	名頃	〃	1367	283	20.70	1.88	1214	11.00	
	57	明谷	〃	52	20	38.46	0.96	36	40.00	
	58	繁藤	〃	348	39	11.21	1.40	77	8.00	
	59	穴内川	〃	46260	1940	4.19	0.55	4798	7.67	
	60	大橋	〃	24030	4005	16.67	0.54	891	31.00	
	61	長沢	〃	31900	3224	10.11	0.46	21.09	21.83	
	62	大森川	〃	19120	1448	7.57	0.60	5354	12.58	
	63	柳瀬	〃	31400	1975	5.72	0.32	584	18.00	
	64	七番川	〃	501	18	3.65	0.13	43	28.00	S.32 現在
	65	別子	〃	5628	38	0.68	0.11	427	5.92	
	66	川口	那賀川	6220	441	7.09	0.67	63	10.58	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	67	長安口	那賀川	54278	4974	9.16	0.56	562	16.42	
	68	小見野々	〃	16750	1545	9.22	2.41	1512	3.83	
	69	追立	〃	923	912	98.74	4.98	321	19.83	
	70	大美谷	〃	451	28	6.21	0.56	351	11.00	
	71	杉田	物部川	11500	1080	9.39	0.75	196	12.50	
	72	吉野	〃	2600	802	30.85	1.63	123	18.92	
	73	永瀬	〃	58800	6755	11.49	0.88	1760	13.00	S.45 現在
	74	平鍋	奈半利川	4240	926	21.84	1.87	340	11.67	
	75	久木	〃	2940	356	12.11	1.19	207	10.17	
	76	魚梁瀬	〃	104625	1854	1.77	0.26	2346	6.75	
	77	津賀	四万十川	19300	2861	14.82	0.53	265	27.92	
	78	初瀬	〃	1454	438	30.12	0.86	73	35.08	
	79	筏津	仁淀川	1837	322	17.53	1.30	25	13.56	
	80	面河	〃	28464	59	0.21	0.03	95	8.17	
	81	鏡	鏡川	9380	41	0.44	0.08	95	5.33	
	82	鹿森	国領川	1380	186	13.48	2.28	615	5.92	
	83	伊尾木	伊尾木川	887	637	71.82	4.22	435	17.00	
	84	鹿野川	肱川	48200	1430	2.97	0.25	262	12.00	
	85	休場	国分川	292	19	6.51	0.81	308	8.00	
中国地方	86	恩原	吉井川	2946	31	1.05	0.02	30	43.50	
	87	黒木	〃	6000	17	0.28	0.05	41	5.17	
	88	湯原	旭川	99600	235	0.24	0.01	53	17.33	
	89	旭川第1	〃	57383	2056	3.58	0.20	101	17.83	
	90	帝釈川	高梁川	14287	494	3.46	0.07	48	48.00	
	91	新成羽川	〃	127500	169	0.13	0.04	83	3.25	
	92	田原	〃	7620	13	0.17	0.05	6	3.33	
	93	黒島	〃	1280	65	5.08	1.53	27	3.33	
	94	河本	〃	17350	1965	11.35	1.34	1027	8.50	
	95	小阪部	〃	15625	284	1.82	0.11	125	16.75	
	96	宇津戸川	芦田川	223	29	13.00	1.48	132	8.80	
	97	椋梨	沼田川	7540	33	0.44	0.15	76	2.75	
	98	二級	黒瀬川	1295	1031	79.61	2.83	40	28.10	
	99	王泊	太田川	31100	144	0.46	0.01	21	37.42	
	100	樽床	〃	20600	128	0.62	0.04	225	14.42	
	101	立岩	〃	18056	723	10.68	0.33	171	32.67	
	102	宇賀	〃	903	4	0.44	0.44	25	12.17	
	103	飯ノ山	小瀬川	1790	416	23.24	0.59	329	39.25	
	104	渡ノ瀬	〃	10424	139	1.33	0.08	52	15.92	
	105	小瀬川	〃	11400	168	1.47	0.20	166	7.50	
	106	菅野	錦川	95000	469	0.49	0.07	317	6.58	
	107	向道	〃	7030	62	0.88	0.03	13	31.17	
	108	佐波川	佐波川	24600	685	2.78	0.18	497	15.58	
	109	木屋川	木屋川	21750	56	0.26	0.02	39	17.08	
	110	佐々波川	阿武川	20100	439	2.18	0.17	372	12.92	
	111	川上	富田川	6100	12	0.20	0.02	54	9.92	
	112	黒杭川	柳井川	1550	0.2	0.01	0.005	10	2.00	
	113	高暮	江川	39658	559	1.41	0.05	132	27.08	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	114	八戸	江川	2557	404	15.80	1.12	125	14.17	
	115	浜原	〃	11200	279	2.48	0.14	5	18.33	
	116	阿井川	斐伊川	1085	146	13.46	0.45	15	29.58	
	117	布部	〃	2100	67	3.19	1.09	328	2.92	S.45 現在
	118	三成	〃	3869	1417	36.62	1.99	655	18.42	
	119	木都賀	三隈川	2526	184	7.28	0.67	272	10.92	
	120	周布川	周布川	10173	45	0.44	0.04	47	10.33	
	121	浜田	浜田川	5000	24	0.48	0.05	78	9.00	
	122	来島	神戸川	23470	66	0.28	0.02	30	15.92	
	123	菅沢	日野川	19800	74	3.10	0.83	163	3.75	
	124	大宮	〃	495	251	50.71	1.61	123	31.50	
	125	三滝	千代川	276	29	10.51	0.31	38	34.33	
	126	厚東川	厚東川	23788	10	0.04	0.002	1	22.75	
近畿地方	127	風屋	熊野川	130716	5459	4.18	0.37	1343	11.42	
	128	二津野	〃	43791	4603	10.51	1.03	1271	10.17	
	129	坂本	〃	87000	780	0.90	0.09	811	9.92	
	130	池原	〃	338372	1945	0.57	0.08	864	7.50	
	131	川迫	〃	1113	447	40.16	1.28	193	31.33	
	132	九尾	〃	1137	516	45.38	1.29	121	35.25	
	133	七色	〃	61300	1218	1.99	0.30	395	6.67	
	134	小森	〃	9700	614	6.33	0.96	165	6.58	
	135	猿谷	新宮川	23502	1731	7.37	0.53	607	14.00	
	136	クチスボ	銚子川	1900	200	10.20	0.97	146	10.50	
	137	七川	古座川	30800	963	3.13	0.20	593	15.92	
	138	殿山	日置川	25446	3392	13.33	0.90	778	14.83	
	139	世木	淀川	5595	1150	20.55	1.02	204	20.25	
	140	天ケ瀬	〃	26280	1818	6.92	0.99	738	7.00	
	141	和知	由良川	5119	5	0.10	0.03	3	3.25	
	142	大野	〃	28550	650	2.28	0.21	167	11.00	
	143	二川	有田川	30100	1434	4.76	0.95	1299	5.00	
	144	引原	揖保川	21950	161	0.73	0.06	215	13.00	
	145	宮川	宮川	70500	637	0.90	0.06	338	15.00	
	146	不動谷	〃	71	27	38.02	3.80	346	10.00	
	147	三瀬谷	〃	13100	203	1.55	0.39	267	4.00	
東海地方	148	畑薙第1	大井川	107400	15154	14.11	1.49	5016	9.50	
	149	畑薙第2	〃	11400	2906	25.49	2.41	747	10.58	
	150	井川	〃	150000	26246	17.50	1.20	3919	14.58	
	151	笹間川	〃	6340	1422	22.43	1.98	1846	11.33	
	152	奥泉	〃	3150	1267	40.22	2.49	169	16.17	
	153	境川	〃	1173	465	39.64	1.42	1389	28.00	
	154	千頭	〃	4950	4854	98.06	2.69	751	36.42	
	155	大間	〃	1519	1418	93.35	2.81	212	33.25	
	156	泰阜	天竜川	10761	9487	88.16	2.52	91	35.00	
	157	平岡	〃	42425	38455	90.64	4.49	522	20.17	
	158	佐久間	〃	326848	60707	18.57	1.17	996	15.92	
	159	秋葉	〃	34703	12274	35.37	2.50	197	14.17	
	160	高遠	〃	2310	588	25.45	1.86	95	13.67	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	161	水窪	天竜川	29981	1288	4.30	1.52	2641	2.83	
	162	黒田	矢作川	4710	−16	−0.34	−0.01	−56	38.83	
	163	越戸	〃	2876	1431	49.76	1.18	36	42.25	
	164	矢作第2	〃	4354	21	0.48	0.58		0.83	S.46.2竣工
	165	読書	木曽川	4358	2714	62.28	5.45	177	11.42	
	166	山口	〃	3484	2346	67.34	4.73	107	14.25	
	167	落合	〃	3872	2520	65.08	1.40	31	46.42	
	168	大井	〃	29400	25026	85.12	1.85	261	46.00	
	169	笠置	〃	14121	7072	50.08	1.41	87	35.42	
	170	丸山	〃	59350	20376	34.33	1.90	468	18.08	
	171	兼山	〃	9392	−48	−0.51	−0.02	−1	28.67	
	172	今渡	〃	9470	−555	−5.86	−0.19	−4	30.25	
	173	三浦	〃	62216	6039	9.71	0.36	3025	27.17	
	174	常盤	〃	1288	823	63.90	2.04	48	31.25	
	175	木曽	〃	4367	569	13.03	3.12	139	4.17	
	176	久々野	〃	1247	89	7.14	0.76	31	9.33	
	177	東上田	〃	1064	572	53.76	3.12	43	17.25	
	178	下原	〃	2936	1564	53.27	1.60	40	33.25	
	179	川辺	〃	14492	5137	35.45	1.03	480	34.33	
	180	高根第1	〃	43568	412	0.95	0.33	911	2.83	
	181	高根第2	〃	11927	1048	8.79	3.29	2269	2.67	
	182	朝日	〃	25513	3112	12.20	0.68	772	17.92	
	183	秋神	〃	17584	702	3.99	0.22	111	17.92	
	184	久瀬	〃	4631	3078	66.47	3.44	290	19.33	
	185	西平	〃	4490	2416	53.81	1.68	126	32.00	
	186	横山	〃	39060	4572	11.71	1.67	1387	7.00	
	187	美和	天竜川	37478	7891	21.06	0.02	2114	12.00	
北陸地方	188	平	信濃川	3033	548	18.07	1.25	15	14.42	
	189	水内	〃	4248	1287	30.30	1.04	17	29.17	
	190	小田切	〃	2546	0	0	0		17.67	
	191	笹平	〃	2755	15	0.54	0.03	0.3	17.58	
	192	生坂	〃	3110	548	17.62	2.30	32	7.67	
	193	黒又川第1	〃	42845	2310	5.39	0.38	796	14.08	
	194	黒又	〃	1454	1349	92.78	2.64	327	35.08	
	195	黒又川第2	〃	60000	58	0.10	0.01	65	8.17	
	196	笠堀	〃	14300	639	4.47	0.60	823	7.50	
	197	藪神	〃	1856	1248	67.24	2.18	108	30.83	
	198	浅河原	〃	1065	351	32.96	1.02	14	32.33	
	199	野反	〃	29220	198	2.16	0.13	76	16.50	
	200	菅平	〃	3451	16	0.46	0.14	151	3.25	
	201	稲核	〃	10700	525	4.91	1.90	433	2.58	
	202	奈川渡	〃	123000	3731	3.03	1.52		2.00	
	203	水殿	〃	15100	0	0	0		2.00	
	204	裾花	〃	15000	662	4.41	0.01	882	3.00	
	205	山本	〃	1072	411	38.33	2.25		17.00	
	206	宮中	〃	970	278	28.65	0.87		33.00	
	207	雲川	九頭竜川	1526	1081	70.80	4.72	1291	15.00	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 $C(10^3m^3)$	全堆砂量 $Q_s(10^3m^3)$	全堆砂率 $R_s(\%)$	平均年堆砂率 $r_s(\%)$	比堆砂量 $q_s(m^3/m^2, year)$	経過年数 $Y(year)$	備考
	208	小原	九頭竜川	152	102	62.85	8.98	790	7.00	
	209	笹生川	〃	55296	1235	2.23	0.15	1159	15.08	
	210	鷲	〃	9735	65	0.67	0.17	51	3.83	
	211	仏原	〃	4100	341	8.32	2.32	217	3.58	
	212	御母衣	庄川	365780	2077	0.57	0.05	466	11.77	
	213	大白川	〃	14200	483	3.40	0.41	1248	8.25	
	214	鳩谷	〃	33539	7721	23.02	1.50	868	15.33	
	215	椿原	〃	22279	3747	16.82	0.93	310	18.17	
	216	成出	〃	9709	3631	37.40	1.84	234	20.33	
	217	小原	〃	11419	8938	78.27	2.68	375	29.25	
	218	祖山	〃	33850	19858	58.91	1.43	518	41.25	
	219	小牧	〃	37957	7257	19.12	0.46	160	41.33	
	220	利賀	〃	1113	976	87.69	3.18	383	27.58	
	221	上市川	上市川	5050	1544	30.57	4.37		7.00	
	222	和田川	和田川	3070	27	0.88	0.29		3.00	
	223	武周湖	大味川	2292	22	0.96	0.02	47	52.50	
	224	坂上	神通川	1839	521	28.33	1.57	28	18.08	
	225	神通川第3	〃	1231	−177	−14.38	−0.84	−5	17.17	
	226	神通川第1	〃	11345	4258	37.53	2.07	120	18.17	
	227	神通川第2	〃	11265	1703	15.12	0.84	46	18.08	
	228	新猪谷	〃	4270	1792	41.97	5.14	288	8.17	
	229	打俣	〃	4524	1561	34.50	1.91	82	18.08	
	230	室牧	〃	17000	89	0.52	0.05		3.00	
	231	有峰	常願寺川	223000	551	0.25	0.02	187	13.08	
	232	祐延	〃	8907	131	1.47	0.04	408	40.33	
	233	黒部第4	黒部川	199285	18080	9.07	0.81	7979	11.17	
	234	小屋平	〃	2122	1875	88.36	2.51	127	35.25	
	235	二又(犀川)	犀川	13600	286	2.10	0.35	825	6.00	
	236	我谷	大聖寺川	10100	393	3.89	0.66	771	5.92	
	237	刀利	小矢部川	31400	913	2.91	0.58		5.00	
	238	大日川	手取川	27200	64	0.24	0.08	379	3.00	
関東地方	239	玉淀	荒川	3501	−79	−2.26	−0.29	−11	7.75	
	240	二瀬	〃	26900	562	2.09	0.21	331	10.00	
	241	大洞	〃	100	61	55.45	5.04	129	11.00	
	242	楢俣	利根川	28500	2440	8.56	0.52	477	16.50	
	243	丸沼	〃	13600	921	6.77	0.17	748	40.50	
	244	鹿沢	〃	5634	268	4.76	0.10	97	46.25	
	245	黒部	〃	2366	2179	92.10	1.53	131	60.25	
	246	中岩	〃	1488	1214	81.59	1.68	37	48.67	
	247	真壁	〃	1143	525	45.93	1.06	7	43.33	
	248	品木	〃	1668	480	23.78	4.60	2485	6.25	
	249	相俣	〃	25000	305	1.22	0.09	207	13.33	
	250	中之条(四万湖)	〃	1180	102	8.64	1.02	59	12.08	
	251	平出(みさと湖)	〃	1400	166	11.86	1.50	33	7.92	
	252	下久保	〃	130000	438	0.34	0.08	339	4.00	
	253	白砂	〃	630	582	92.34	2.05	102	46.00	
	254	大津	〃	108	74	68.40	1.71	4	40.00	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	255	小森	利根川	855	118	13.80	1.06	22	13.00	
	256	土呂部	〃	225	56	24.89	3.11	35	8.00	
	257	西古屋	〃	547	152	27.79	3.47	66	8.00	
	258	薗原	〃	20310	155	0.76	0.13	52	6.00	
	259	五十里	〃	55000	1040	1.89	0.13	256	15.00	
	260	川俣	〃	87600	687	0.78	0.10	479	8.00	
	261	藤原	〃	52490	773	1.47	0.10	129	15.00	
	262	矢木沢	〃	204300	198	0.10	0.02	197	6.00	
	263	神水	〃	502	20	3.93	1.07	16	3.67	
	264	小河内	多摩川	189100	958	0.51	0.04	256	14.25	
	265	大野	相模川	1692	882	52.13	0.86	30	60.67	
	266	沼本	〃	2330	182	7.81	0.28	7	28.17	
	267	道志	〃	1525	636	41.70	2.48	334	16.83	
	268	相模	〃	63200	7107	11.25	0.42	283	27.08	
	269	城山	〃	62300	0	0	0		7.00	
	270	本沢	境川	3927	19	0.48	0.08	2	6.42	
	271	西山	富士川	2400	2218	92.42	6.19	864	14.92	
	272	柿元	〃	7622	428	5.62	0.21	478	26.67	
	273	雨畑	〃	13650	2328	17.05	3.36	4596	5.08	
	274	上来沢	〃	20	13	54.54	1.47	9	44.00	
	275	頭佐沢	〃	45	4	8.86	0.20	1	45.00	
	276	大又沢	酒匂川	90	77	85.56	1.68	30	51.00	
東北地方	277	目屋	岩木川	38804	642	1.65	0.14	314	11.29	
	278	沖浦	〃	3584	1463	40.83	1.54	274	26.58	
	279	石羽根	北上川	4050	1501	37.06	2.08	116	17.83	
	280	岩洞	〃	70286	35	0.05	0.004	15	11.25	
	281	外山	〃	3751	560	14.92	0.51	165	29.25	
	282	田瀬	〃	146500	521	0.36	0.02	41	17.00	
	283	湯田	〃	114160	1363	1.19	0.17	338	6.92	
	284	石渕	〃	16150	889	5.50	0.31	321	18.00	
	285	四十四田	〃	47100	4149	8.81	3.02	1181	2.92	
	286	花山	〃	36600	485	1.33	0.09	274	14.00	
	287	鳴子	〃	50000	2283	4.57	0.34	800	13.58	
	288	栗駒	〃	13715	50	0.36	0.04	95	10.00	
	289	大倉	名取川	28000	300	1.07	0.11	339	10.00	
	290	釜房	〃	45300	76	0.17	0.25	195	0.67	
	291	天間	七戸川	19584	29	0.15	0.07	226	2.00	S.44 現在
	292	蓬来	阿武隈川	3803	1385	36.42	1.10	15	33.25	
	293	信夫	〃	1872	542	28.95	0.91	6	31 92	
	294	岩船	荒川	5875	1830	31 18	3.09	237	10.08	
	295	笹ケ峰	〃	1705	508	29.79	0.70	215	42.33	
	296	森吉	米代川	37200	1610	4.33	0.24	643	18.00	
	297	素波里	〃	42495	3	0.01	0.01	26	1.00	
	298	萩形	〃	14950	186	1.24	0.25	429	5.00	
	299	大津岐	阿賀野川	1825	1	0.05	0.019	2	2.75	
	300	奥只見	〃	601000	11468	1.91	0.17	2119	11.25	
	301	大鳥	〃	15800	43	0.27	0.03	10	8.33	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 C(10^3m^3)	全堆砂量 Q_s(10^3m^3)	全堆砂率 R_s(%)	平均年堆砂率 r_s(%)	比堆砂量 q_s(m^3/m^2, year)	経過年数 Y(year)	備考
	302	田子倉	阿賀野川	494000	1028	0.21	0.016	114	12.83	
	303	滝	〃	27000	2255	8.53	0.81	111	10.25	
	304	本名	〃	25769	3133	12.16	0.69	85	17.58	
	305	上田	〃	20500	2003	9.77	0.54	46	18.00	
	306	宮下	〃	20500	4570	22.29	0.88	73	25.25	
	307	柳津	〃	24309	2218	9.42	0.50	44	18.67	
	308	片門	〃	16172	1055	6.52	0.35	21	18.58	
	309	山郷	〃	7591	1040	13.70	0.47	6	29.08	
	310	上野尻	〃	12370	2245	18.15	1.36	29	13.33	
	311	豊実	〃	18667	4895	26.22	0.62	19	42.25	
	312	鹿瀬	〃	16056	6173	35.28	0.82	23	43.25	
	313	揚川	〃	13748	−1096	−7.97	−0.90	−18	8.83	
	314	新郷	〃	22720	7637	33.61	1.03	41	32.67	
	315	胎内川第2	胎内川	2850	1271	44.60	3.59	1151	12.42	
	316	胎内川第1	〃	923	728	26.22	2.91	1369	9.00	
	317	猿田	三面川	11740	1403	11.95	0.77	386	15.50	
	318	三面	〃	47809	3933	8.23	0.43	680	18.92	
	319	荒沢	赤川	41420	1282	2.85	0.18	489	16.17	
	320	八久和	〃	46933	2079	4.43	0.32	1001	14.00	
	321	梵字川	〃	41420	1237	97.08	2.58	341	37.58	S.45 現在
	322	上郷	最上川	7400	2804	34.46	3.80	171	9.08	
	323	木地山	〃	8200	263	3.21	0.30	395	10.58	
	324	管野	〃	3473	888	25.57	1.42	503	18.00	
	325	高坂	〃	19050	83	0.43	0.08	235	5.17	
	326	夏瀬	雄物川	9350	3209	34.32	1.79	263	19.17	
	327	神代	〃	6700	1599	23.87	0.76	80	31.25	
	328	皆瀬	〃	31600	729	2.31	0.29	530	8.00	
	329	鎧畑	〃	51000	2437	4.78	0.34	543	14.00	
北海道地方	330	岩清水	新冠川	1814	1146	63.18	5.02	410	12.58	
	331	奥新冠	〃	6665	306	4.59	0.54	198	8.58	
	332	下新冠	〃	6550	111	1.69	0.85		2.00	
	333	春別	静内川	1430	813	56.85	6.75	274	8.42	
	334	静内	〃	29800	5151	17.29	3.24	1119	5.33	
	335	岩知志	沙流川	5040	3146	62.42	4.57	406	13.67	
	336	双珠別	鵡川	1330	25	1.88	0.18	12	10.58	
	337	野花南	石狩川	5891	0	0	0		54.50	
	338	千歳3	〃	3648	13	0.36	0.006	1	54.83	
	339	千歳4	〃	2298	1	0.04	0.001	0.006	52.17	
	340	鷹泊	〃	21518	2047	9.51	0.50	219	19.08	
	341	芦別	〃	6250	3776	60.42	3.17	91	19.08	
	342	大夕張	〃	87300	3917	4.49	0.41	835	10.83	
	343	川端	〃	6480	0	0	0		9.25	
	344	金山	〃	150450	246	1.64	0.41	6685	4.00	
	345	桂沢	〃	92700	391	0.42	0.03	185	14.00	
	346	清水沢	〃	5576	2898	51.97	1.68		31.00	
	347	幌別	幌別川	8608	149	1.73	0.57	699	3.00	S.45 現在
	348	岩尾内	天塩川	107700	0	0	0	360	1.00	

地域	No.	ダム	水系	全貯水容量 $C(10^3m^3)$	全堆砂量 $Q_s(10^3m^3)$	全堆砂率 $R_s(\%)$	平均年堆砂率 $r_s(\%)$	比堆砂量 $q_s(m^3/m^2, year)$	経過年数 $Y(year)$	備考
	349	幌内	幌内川	7140	1775	24.86	1.36	368	18.25	
	350	第3堰堤	幌満川	15380	485	3.15	0.17	191	18.17	
	351	岩松	十勝川	9026	3924	43.47	1.44	215	30.17	
	352	糠平	〃	193900	5051	2.60	0.16	805	16.17	
	353	元小屋	〃	2860	169	5.91	0.42	29	14.17	
	354	活込	〃	17410	821	4.72	0.29	94	16.42	
	総計			9,882,963 $\times 10^3(m^3)$	682,596.6 $\times 10^3(m^3)$					
		供試ダム数		354	354	354	354	335	354	
		総平均		27,918 $\times 10^3(m^3)$	1928×10^3 (m^3)	18.80 (%)	1.06 (%)	469 $(m^3/m^2, year)$	18.40 (year)	