

山崎農研双書 2

ダム公害

—堆砂がもたらすもの—

山崎不二夫

山崎農業研究所



表紙・版画 「耕起」 岩本 好三
表紙・レイアウト 竹田 京一

「収穫」 玉ノ井栄美子（『農業共済新聞』提供）

定価 500円

ダム公害 — 堆砂がもたらすもの —

山崎不二夫

1. はじめに
2. ダムの堆砂はなぜおこるか
3. ダム堆砂の現状
4. ダムの堆砂がひきおこす障害
5. ダムの堆砂を左右する要因
6. ダムの設計と堆砂量の予測
7. ダムの堆砂対策
8. むすび

*

解説 山崎先生の水利論

山崎農研双書 2

山崎農研双書の発刊について

日本の農業はいま危機的状況のなかにあえいでいます。この状態を打破し、農民が希望をもって農業に従事できるようにしたい — そんな気持で私たちは研究会の開催、所報の発行、研究助成、表彰などさまざまな活動をつづけてきました。そして発足以来八年たち、所報も三十号をこえるに至ったので、このへんで活動の枠を少し広げようと考え、通勤の乗物のなかや仕事の合間に気軽に読めるブックレットの発行を行なうことにしました。

さしあたり、定例研究会で発表された報告や、所報に掲載された記事のうち興味深いものを選んで発行し、おいおいに会員諸氏に執筆を依頼し、平素の意見や主張・提言などを上梓していきたいと思えます。

双書で取りあつかうテーマは、わが国の農山村における生産・生活・文化に関するものが自然に多くなるでしょうが、必ずしもそれに限定せず、会員の関心の深いテーマを広くとりあげていきたいと考えます。

出版洪水のなかの一つの小さな泡のような存在かもしれませんが、読者が読んでよかつたと感じ、その問題についてもっと勉強してみようという気持になるような小冊子をつくること — これがこの双書発刊のねらいです。もしそのなかから珠玉のような何冊かが会員諸氏のご協力をえて生まれるならば、これにまさる喜びはありません。(一九八二年一月)

山崎不二夫

1. はじめに

現在わが国には、堤高15 m以上の大ダムが2,000個以上あり、世界中でアメリカにつぐダム保有国だ。これらのダムは、あるものは貯水ダムとして農地にかんがい用水を、都会に生活用水・工業用水を供給し、あるものは洪水調節ダムとして洪水時に下流を水害から守り、あるものは水力発電ダムとしてクリーンエネルギーを絶え間なく生産している。また、近年は貯水と洪水調節と発電とを兼ねた大規模な多目的ダムが急増している(表-1)。

表-1 わが国の目的別大ダム (1977年現在)

目的	農業用水	都市用水	洪水調節	水力発電	多目的	計
ダム数	1,271	101	93	357	238	2,060
百分率(%)	61.7	4.9	4.5	17.3	11.6	100

このようにダムはわが国にとって重要な社会資本となっているが、その建設には巨額の国費が投入され、そのうえ、ダム建設地の住民が水没によって泣くなく故郷を捨てさせられるという犠牲を伴っている。だからわれわれは、ダムが土砂で埋まりその機能を失う問題に無関心でいることはできない。ましてや、ダムの堆砂がその上流・下流の水環境を破壊し、流域社会に対して種々の損害を与えることを考えればなおさらである。

ダムの堆砂について日本で最初に警鐘を鳴らしたのは、雪の研究で有名な中谷吉郎博士だった。1951年に氏は『文芸春秋』誌に「ダムの埋没——これは日本の埋没にもなり得る」を発表した。この論文はダムの専門家だけでなく、戦後の国土の荒廃に心を痛めていた人たちに強い関心をよびおこした。しかし、ダムの堆砂が新聞・雑誌・テレビなどに取り上げられ、社会問題として広く注目されるようになったのは、1970年代に入ってからといってよい。これは大都会で水不足が深刻になったこと、大ダムが急ピッチで建設され、それに伴い方々で水害や水質汚濁が目立ってきたこと、などによる。たとえば1978年の夏、日照りが続き各地でダムの水不足のため給水制限が行なわれたさなかに、『毎日新聞』は「土砂流入でダムピンチ」という大見出しの記事を掲載した。また1981年1月には、NHKの総合テレビが1時間番組で泰阜ダム(天竜川の発電用ダム)の堆砂氾濫や早明浦ダム(吉野川の多目的ダム)の水質汚濁などを生々しく放映した。なお、表-1をみるとわかるように、わが国の大ダムのうち農業用が最も多く、多目的のものを含めると7割前後を占める。また堤高10 m以下の小規模なかんがい用貯水池は全国で29万個に及ぶものと推定され、これらの貯水池でも多少の差はあれ堆砂がおこっている。したがって、ダムの堆砂は農業分野でもなおざりにできぬ問題である。

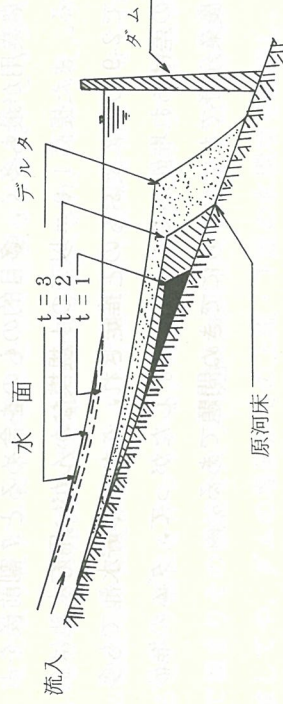
2. ダムの堆砂はなぜおこるか

河の山地流域では岩石の風化で絶えず土砂が生産されている。ことに豪雨や地震などで山崩れや地すべりがおこると、莫大な土砂が短時間につくりだされる。これらの土砂の一部は降雨のさい山腹を流下し、谷川へ流れこむ。そしてこまかい粒子は水に浮遊したまま、粗大な礫や岩屑は河床を転動しながら下流へ運ばれてゆく。下るにしたがいが河の勾配がゆるやかになると、粗いものから河底に堆積し、微細粒子は河口まで運ばれて沖積する。

河床は洪水のたびに洗掘や堆積によって変動するが、長年これがくり返されて、たいていの河はほぼ安定した河床高と勾配を保って流れるようになっている。このような状態の河にダムができるとどうなるか。

ダムができ貯水が行なわれると、図-1に示すように河の

図-1 堆砂の進行状態 (吉良原図)



注 t = 1, 2, 8 の時間経過に伴う堆積と水面の変化を示す

水面勾配はダムに流入する部分でゆるやかになり、水面が高まる。この水面の高まりを背水という。

河の流れは背水区域に入ると流速がおち、掃流力が減るため、流水がはこんできた土砂の堆積(デルタの形成)が始まる。堆積によって河床が上昇すると、その影響で背水区域がさらに上流へ延び、それに応じてデルタも上流へ延びてゆく。他方、堆積はダム内部(下流方向)へ向っても次第に進行してゆく。これは、河水がデルタ部分を流過すると、水深が急に大きくなり流速が落ち、土砂の沈殿がおこるためだ。このように、ダムの貯水によってダム内部に土砂がたまることに、上流へ向って河床の上昇が進んでゆく。

要するに、ダムの堆砂は、ダムがない場合には下流へ流れゆくはずの土砂が、ダムの中やその上流の河床に堆積する現象である。

3. ダム堆砂の現状

表一2は建設省河川局開発課が貯水容量500万 m^3 以上をもつ大ダム267個について調べたものである。これを見ると、堆砂量の合計は7.3億 m^3 で、総貯水容量122億 m^3 の6%に当たっている。

表一2 地方別堆砂状況 (1976年11月末調べ)

地方	当 貯水容量	初 貯水容量	計 堆砂量	堆 砂量	全 砂 (%)	堆 率 (%)	平均年 堆砂量	ダム数
北海道	1,311.0	187.1	46.5	3.6	2.82	24		
東北	916.7	37.0	36.4	4.0	2.50	25		
関東	1,016.1	114.4	25.3	2.5	1.45	19		
北陸	2,997.5	224.2	153.5	5.2	8.02	50		
中部	1,542.3	236.6	292.9	19.0	15.78	34		
近畿	1,468.4	123.0	45.7	3.1	3.34	27		
中国	839.0	45.9	13.8	1.7	0.86	29		
四国	935.1	109.6	51.2	5.5	3.51	24		
九州	1,185.0	136.1	64.7	5.5	3.60	35		
全国	12,211.1	1,213.9	730.0	6.0	41.88	267		

注(1)貯水容量,堆砂量の単位は100万 m^3

(2)全堆砂率は総貯水容量に対する堆砂量の割合

もちろん堆砂量は流域の降雨・地形・地質・地質・地質・地質などの状態によって左右され、どのダムも同じように堆砂するものではない。堆砂の多い地方と少ない地方とがあり、また同じ地方でも個々のダムでかなりの相違を示す。

表一2で地方別の全堆砂率をみると、中部地方が19.0%で

飛びぬけて高い。これに続く四国、九州、北陸地方は一足飛びに5%台に下がり、関東は2.5%、中国は1.7%と小さい。中部地方でもとくに堆砂のひどいのは天竜川水系と大井川水系である。中央構造線が通過している関係で地質が悪く樹木が育ちにくく、山崩れをおこしやすいためであろう。

天竜川水系のダムについてみると(表一3)1937年に完成し、当時トンプラスの容量を誇った泰阜(やすおか)ダムは、建設当初60年は持つといわれていたのに、わずか3年で貯水容量の53%が埋没し、8年で堆砂率96.5%に達した。その後ダムのゲート操作で土砂を下流に放出することによって堆砂率を80%台に保っているもの、ダム本来の機能はいちじるしく失われている。泰阜ダムの下流に1952年につくられた平岡ダムも、建設当時は100年の寿命を蒙語していたが、10年ではほとんど埋没し、以後ダム操作で辛うじて延命をはかっている。この影響をうけて、下流の佐久間ダムの堆砂が早まり、わが国の発電ダムのエースとして登場した佐久間ダムも完成後20年を経ずして容量の2割を失ってしまった。

表一3 天龍川水系のダムの堆砂

ダム名	竣工年	総貯水容量 (1,000 m^3)	計堆砂量 (1,000 m^3)	画面堆砂量 (1,000 m^3)	堆砂量 (1,000 m^3)	全堆砂率 (%)	目的
美和	1954	37,478	6,586	6,586	8,375	22.3	洪水調節, 発電
泰阜	1937	10,761	6,844	6,844	8,997	83.6	発電
平岡	1952	42,425	35,459	35,459	37,323	89.9	発電
佐久間	1956	326,848	66,213	66,213	72,811	22.3	発電

能はいちじるしく失われている。泰阜ダムの下流に1952年につくられた平岡ダムも、建設当時は100年の寿命を蒙語していたが、10年ではほとんど埋没し、以後ダム操作で辛うじて延命をはかっている。この影響をうけて、下流の佐久間ダムの堆砂が早まり、わが国の発電ダムのエースとして登場した佐久間ダムも完成後20年を経ずして容量の2割を失ってしまった。

堆砂の状況は地方によってちがう一方、ダム目的によっても相違がある。1979年に貯水容量100万³mの425のダムについて行なった調査によると、発電用のダムの堆砂率が最も高く、24%に達している。これに対していちばん低いのは農業関係のダムで、わずか1%にすぎない。発電用ダムは落差を大きくとることが重要だから、天竜川水系のように山がけわしく谷のせまった場所につくられることが多い。これに対して農業用のダムは貯水量が重要だから、山がなだらかで谷のふところの広い場所が有利である。この立地条件のちがいが堆砂率の差となって現われたのである。

ついでに日本とアメリカのダム堆砂率を比較しておこう(表一4)。

表一4 日・米の大ダムの堆砂比較

供試 ダム数	ダム1個当 貯水容量 (1)	ダム1個当 全堆砂量 (2)	ダム1個当 平均年堆砂 量 (3)	全堆砂率 (2)/(1)	平均年 堆砂率 (3)/(1)
日 本	4,573万 ³ m	273万 ³ m	15.7万 ³ m	6.0%	0.34%
アメリカ	7,800	307	16.9	3.9	0.21

ダムの貯水容量は日本のほうが小さく、アメリカの6割足らずなのに、堆砂量はほぼ等しいので、全堆砂率も平均年堆砂率も日本のほうが1.5倍くらい大きい。表一4は悉皆調査の結果ではないから、ダムの選び方によってこれらの数値はある程度変る可能性がある。しかし「日本のダムのほうが貯水容量が小さく、堆砂率が高い」という点に変わりはないだろう。つまり日本のダムのほうが堆砂による埋没の危険が大き

いといっよよい。

いままで述べてきたことを要約すると、つぎのようになる。

- (1) 日本はアメリカにつぐダム国だが、アメリカに比べると一般にダムの貯水容量が小さく、堆砂率が高く、つまりやすい条件にある。
- (2) 地方的にみると、中央構造線の横断している中部山岳地帯に源をもつ河川(東海・北陸地方)のダムの堆砂が甚しく、貯水容量の8割以上埋没し、貯水機能を失ったダムが珍しくない。
- (3) このほか四国・九州や東北などにも水系によって堆砂のひどいダムがみられる。それゆえ、ダムの堆砂問題は中部地方を中心とするとはいえ、全国的な問題として対処する必要がある。

4. ダムの堆砂がひきおこす障害

河の流域の土地利用や人間の生活は、河の安定した状態に合わせて形成されている。河から水田に用水を取入れるセキや樋門は、濁水時に十分な水量を取水できるように安定した現在の河床を基準にして造られているし、河岸の建物その他も濁水時の利水の便や洪水時の安全性（これらは河床の高さに依存している）を考慮して立地し、あるいは構築されている。

ところで、流域の自然と均衡して安定状態にある河にダムがつくられると、堆砂がおき、上流の河床は上昇し下流の河床は低下する。さらに河口周辺の海岸漂砂に不均衡を生じ海岸浸食の原因ともなる。これらが流域の利水や治水の体系に種々の影響を及ぼし、住民の生産や生活に障害を引き起こすことは避けられない。

局所的に加えられた人為的改変に対して敏感に反応し、その影響が全体に波及するという点で、河は一つの有機的なシステムを構成しているといえる。ダムの建設という人為的改変に対して河川がどのように反応し、上流・下流にどんな変化をひきおこすかを見ることがしよう。

ダム上流の河床の上昇

前述したように、ダムができるとダム内部に土砂がたまると同時に、上流へ向って河床の上昇が進んでいく。この上流河床の上昇の例を、ダム堆砂のはげしい天竜川についてみよ

う。

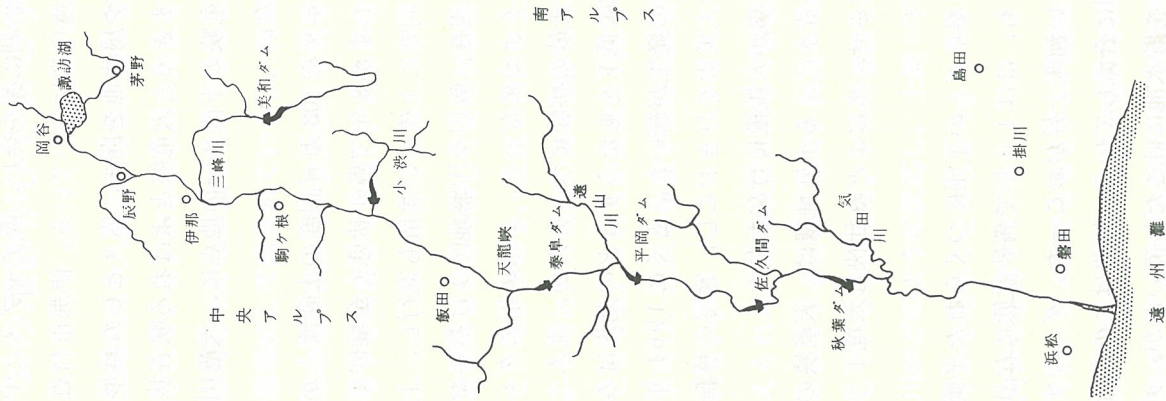
天竜川は諏訪湖に源を発し、南アルプスと中央アルプスの間を南下し、遠州灘に注いでいる。伊那市付近では河成段丘の上に氾濫原や扇状地を開き、広々とした地形をなしているが、飯田市をすぎると天竜峡とよばれる峡谷状の急流になる。1937年に天竜峡の下流8kmの地点に、天竜川第1号の秦阜ダムが竣工した。

秦阜ダムは年平均103万 m^3 程度の土砂流入があり、堆砂が急速に進み、わずか8年で満砂状態（全堆砂率96.5%）になった。これと同時に上流への堆積も進行し、上流約10kmにある川路村（現在、飯田市川路地区）は数年おきにひどい洪水被害をうけるようになった。1949年にダムに排砂トンネルを設置して土砂の排除につとめたが、流入土量が莫大なため、上流の河床低下をもたすほどの効果はみられず、その後も冠水被害の発生が続いた。とくに1961年には被災家屋219戸に及ぶ大災害をひきおこし、家屋の移転や護岸・耕地のかさ上げ工事が大規模に行なわれた。

秦阜ダムの背水による土砂堆積は、天竜峡の溪谷美をも砂礫の下に埋没させ、水はよどみ壮快な天竜下りは過去のものとなった。

1952年に秦阜ダムの下流につくられた平岡ダム（中部電力、発電用）も、ほぼ10年で満砂状態になり、これに伴っていちじるしい河床上昇がおこった。ダムのすぐ上流で支川遠山川が本川に合流している。以前はこの支流が年間70～80万 m^3 の土砂を貯水池に吐きだしていたが、ダムがほとんど

図一 2 天竜川水系概要図



埋没してしまっただけで、本流の水勢に圧迫されて本流の堆砂が遠山川へ逆流する現象がおこっている。遠山川沿岸の天竜村折立へんは、平岡ダムのできるまでは河床まで30mもあり、下りてゆくのに骨が折れたというのに、現在の遠山川は川幅いっぱいには砂礫がたまり、広い河原の中に一筋の水が流れているだけだ。

このように土砂堆積は本川支川を問わず進行していく。中部電力では将来河床がどの位上昇するか予測計算(堆砂形状シミュレーション)を行ない、それに基づいて計画洪水量が流下した場合冠水する家屋、物件、土地などの移転・買収対策を1969年以來実施している。

佐久間ダムは平岡ダム下流に1956年に建設されたが、年平均の土砂流入量は350万 m^3 に及び、1977年現在堆砂率22%に達した。河が狭隘なため背水距離は33kmにも及び、ほとんど平岡ダム近くまで河床上昇が及んでいる。このため二つのダムにはさまれている天竜村の河岸一帯は、洪水時に平岡ダムがゲートを開いて放流をはじめると、たちまち冠水の危険にさらされる。これに対する防災事前対策として、電源開発当局は1970年以來土地の買収、家屋移転、護岸補修などを進めている。

堆砂で河床が上昇すると水面が上昇し、河岸の高位部が水に洗われ崩落を誘起する。この崩落土砂がまた河床を高めるといふ悪循環がおきる。天竜村でこの現象が顕著に現われたので、村当局は対策委員会を設け、電源開発に対して崩落箇所の護岸工事の実施を要求している。

以上三つのダムにみたように、土砂流出の多い河川にダムをつくると、必ずダム上流の河床が上昇し、住民の生活、生産をおびやかすようになる。住民は長年住みなれた故郷を無理やりに立退かされる破目に追いこまれる。

ダム下流の河床の低下

一般に大ダムを建設する地点の河床は、大小さまざまの砂礫の混合からなっている。ここにダムができると、上流から流下してくる土砂は大部分ダムにせきとめられ、下流に流下するのは水に浮遊している微細粒子に限られる。このため、ダム下流の河床は低下の傾向を示す。

近年わが国の河川の下流部では河床低下の傾向が現われている。60の1級河川を対象にして平均河床高、最深部河床高および年平均低水位のデータを使って下流部（直轄区間）の河床高の変化速度を求めた結果によると、年当たり1cm以上の速度で低下しているもの68%、1cm以下で上昇しているもの10%、両者の中間のもの22%である。

主要河川の下流部の河床低下は北海道から九州まで全国にわたり、かつて急流、扇状地河川として河床上昇が問題になっていた北陸地方の諸河川も一様に低下を示している。このような河床低下をひきおこす原因としては、地形・地質・気象などの自然的条件のほかに、砂防工事、河道改修、大ダムの建設、砂利採取などの人工的要因をあげることができる。なかでもダムの建設の影響はかなり大きいと思われる。

ダムの建設によってその下流にどの程度の河床低下がおこるかを、天竜川について見てみよう。佐久間ダムは1956年

10月に河口から72.6kmの地点に築造されたが、数年の間平均河床高が71.6km地点で約2m、70.3km地点で約1.5m低下し、その後はほとんど変動していない。

佐久間ダムの下流約18kmの地点に1958年に建設された秋葉ダムでは、その下流約6kmがダム竣工後1～2年のうちに1～1.5m程度低下し、その後は大出水のとき河床横断形を変化させながらも、平均河床高はほぼ安定している。

このようにダム下流の河床低下は、主として最初数年の間におこるが、これは河床表層の小さい砂が掃流されるためである。この過程を経ると、表層は粗大砂礫で被覆保護された形となるので、河床低下はとまり、河床は安定してくる。

さて、ダム建設による下流河床の低下はプラスとマイナスの種々の影響を流域に与える。

天井川のように河床が高い場合には、河床低下は河道を安定させるし、沿岸の耕地が排水不良の場合には河床の低下によって排水が改良されるなどの効果がある。しかし、ダム建設前の安定した河床に合わせて長年の間に形成されてきた沿岸の生活・生産の秩序は、河床の低下によって種々の悪影響をうける。このマイナスはプラス効果をはかるに上回るのが普通だ。

河床低下のもたらすマイナス面として、つぎのようなものがあげられる。

- (a) 河の護岸・根固め・水制・橋脚など河道内の諸施設が浮き上がり、洪水時に破壊されやすくなる。
- (b) 河床低下に伴って水位が低下するので、農業用水など

の取入れが困難になる。

(c) 河の水位の低下により河沿いの土地の地下水が河へ流出し、地下水位の低下をひきおこす。これは井戸の枯渇、地盤沈下、水田浸透量の増加、それに伴う用水不足などをもたらす。

(d) 河口近くでは塩水の遡上をきたし、諸種の利水に塩水化の障害を与える。

上記の(a)に関し、国鉄の1942～1971年の橋梁の取替数の統計をみると、橋梁取替の原因は、1961年までは約8割が大洪水による破壊だが、それ以後根入れ不足によるものが急激に増加し、7割を占めるに至っている。これは近年の河床低下の進行を反映していると考えよく、ダム建設による河床低下もこれに関与しているといえよう。

つぎに、前記の(c)に関して典型的な例があるので、詳しく紹介することにす(山田民雄「地域農政の確立を求めて—ある村長の夢と実験」、『日本の農業あすへの歩み』110)。

静岡県磐田郡豊岡村は浜松から北東へ約20km、天竜川の左岸沿いにひろがる小村だが、この村の広瀬地区で1966年の春、水田に植付水が一滴も乗らないという事態が発生した。部落代表の訴えを聞き、村長が浜松の土建業者からヒューガールポンプを借り出し、そちこの溜池の水を汲み上げ水田にかんがいがいいしたが、どんどん水がしみ込むので、池はたちまちからっぽになった。あわててこんどは井戸を掘り、手掘りの水路にビニール布を敷いて各田へ配水し、どうにか急場をし

のいだ。これは誰一人思ってもみなかった出来事だった。この地域の水田は漏水がはげしく、つい3年ほど前まで国や県の助成をうけて客土事業をやっていたのだ。このひどい水がこれの原因は明らかだった。上流に佐久間ダムや秋葉ダムが建設され、そのうえ各所で大量の砂利採取が行なわれたため、年々河床が下がりがつづけ、そのあげくが広瀬地区の地下水位の低下となったのだ。

この対策として全額県費で「天竜川下流地区干害対策事業」を実施し、10カ所に井戸を掘り、ポンプで揚水・かんがいをすようにした。しかし、3年目の夏に大日照りで地下水位がぐんと下がり、ポンプが焼けるほど水を汲んでも、水口からはんの少しの田面をしめらただけで、あらかたは地下へ吸い込まれてしまい、「お月さまでも陽に焼ける」ようなカサカサ田んぼが続出した。もともとが天竜川の河川敷につくられたザル田だから、所詮は無駄な水かけだった。

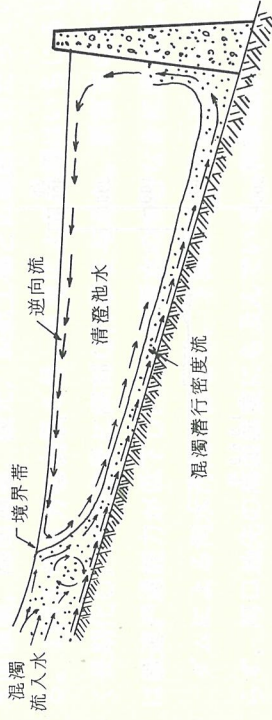
地区の農民はこの水との悪戦苦闘につかれはてたが、せめて飯米だけはわが田でとりたいの一心から、村長提案の「田床改良事業」にふみきった。田床改良という言葉はこの村の新造語かもしれない。まず耕土をはぎ、その下の砂利層を取り除き、磐田原台地の洪積土を1.5mほどの厚さに入れて床じめを行なう。その上にはぎとった耕土をもどし、元の地盤高に復元する。要するに水田の床じめ・客土だが、砂利と山土を入れかえる工程が独特で、普通の土地改良事業の枠からはみ出し、補助金のつく事業にならない。そこで村長はこの難題をつぎのような方法で解決した。第1に、しっかりと

主体を形成するために、各部落で十分協議を重ね、100%の同意があった地域を一単位として田床改良組合をつくった。第2に、田床改良のポイントともいへば砂利の採取を個人業者ではなく、18社で県西部砂利事業協同組合を組織させ、それに請け負わせた。第3に、砂利事業協同組合が田床改良組合（農家）から水田を1年間借りうけ、離作補償その他として10a当たり17万円を支払うこととした。このやり方で1969年秋に事業がスタートし、7年間で120haが改良された。農家の負担は10a当たり5万円程度である。このようにダム建設による河床低下の影響を克服するために7年にわたる地区農民の多大の努力を必要としたのである。

ダム下流の水質汚濁

河にダムがなければ、洪水時の濁流は急速に海へ排出され、洪水が終ると間もなく河水は清流にもどる。しかし、ダムがあるとはいかない。出水時ダムに流入する河水は土砂を含み、清澄水より密度が大きいから、図-3に示すようにに底にもぐり、池底に沿って流下する。このさい、境界帯付近の清澄池水が潜行濁水に随伴して流れるため、池の表面に逆流を生ずる。他方、池底を流下する濁水は堤体に接近すると、これにせかれて上方へ向い、池表に達すると表層逆流となつて上流へ向う。このようにして濁水が貯水池の縦断面内を大きく循環するようになり、この過程で濁水と清澄池水とが次第に混合し、貯水全体が混濁する。したがって、出水が終わったのち、長期にわたって濁水が下流に放流され、下流に種々の障害を与えることになる。2, 3の例をあげよう。

図-3 清澄池水に流入する混濁密度流の潜行



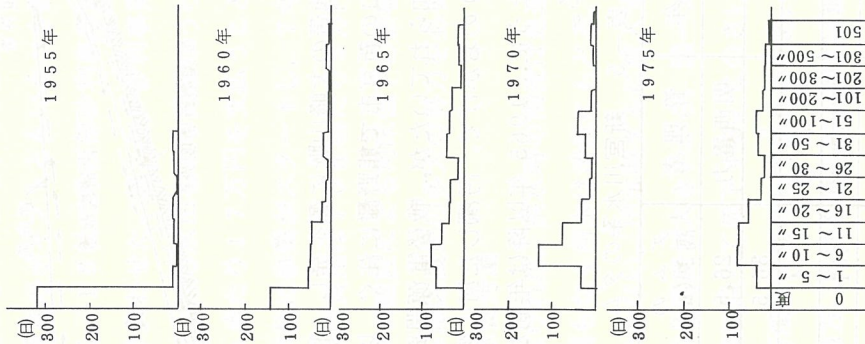
新宮川は多雨地帯の大峰山脈に源を発し、和歌山・三重の景境を流れ、河口の新宮市で熊野灘に注ぐ。以前は豊かな水量と清い流れで知られていたが、戦後電源開発によるダム群の建設（表-5）のおかげで、汚濁した河に変わってしまった。

図-4にみるように、1965年以降は年間水の澄む日は一日もないのである。

表-5 新宮川水系のダム

ダム名	完成年	管理者	ダムの高さ(m)	総貯水容量(1,000 m ³)
九尾	1937	関西電力	26.5	1,137
川迫	1940	"	86.5	1,113
猿谷	1957	建設省	74	23,300
風屋	1960	電源開発	101	130,000
二津野	1962	"	76	43,800
坂本	1962	"	103	87,000
池原	1964	"	111	338,000
七色	1965	"	61	61,300
小森	1965	"	84	9,700
瀬戸	1978(予定)	関西電力	110.5	16,850
旭	1978(予定)	"	86.1	15,920

図一4 新宮川の濁度の変化



注 測定場所：新宮川南松林上水道取水口（河口より約5.8 km）
 測定時刻：毎日1回正午
 濁度：蒸溜水1ℓ中に白陶土1mgを含む場合を1度とする。

水質汚濁による被害は流域市町村の上水道、簡易水道、内水面漁業、海面漁業、観光、製紙工場と広範囲にわたっている。1975年8月の台風5号、6号による汚濁はいちじく長期化し、地元住民に深刻な打撃を与えた。新宮市の水道は緩速処理能力が低下し、ついに断水のやむなきに至った。

ダムによる河水汚濁の影響は、下流のアユ漁などにとどまらず、河口地先の海面漁業にも及んでいる。和歌山県水産試験場の潜水調査によって、新宮市地先の海底には岩や沈石の間に微粒子が薄くつもり、海藻の葉体が白色化し、立枯れしているものが認められた。洪水時の濁水は、以前は沖合速く押し出されていたが、いまはダムから日常的に放流されるため、微粒子が沿岸に沈殿するようになったのである。過去7年間に新宮漁業協同組合は3.5億円、三輪崎漁協は2.5億円の被害を見積っている。海面漁業への影響は河口から30 km以上離れた古庄町まで及んでいるといわれる（高知県自治研究センター『自治研究高知』3号、1978）。

四国三郎とよばれる四国最大の吉野川に、治水・利水問題を一挙に解決するエースとして、1973年に早明浦ダムが竣工した。貯水容量3.16億ℓの最新型の多目的ダムである。建設にさいし水資源開発公団も建設省も、「ダム特有の濁水現象は自動的表層取水装置をつけるから避けられておかない、吉野川の清流を絶対によごすことはない」と断言して、ダム建設反対の住民を説得してきた。しかし、これは大うそで、1975年8月の台風5号、1976年9月の台風17号のあと、吉野川は長期間汚濁を続けた。

1976年10月3日『高知新聞』は「台風から半月以上たった現在でも赤土色の濁流のまま。水資源開発公団がダムに設置した表面取水装置もとても追いつかぬ状態で、濁度もふだんは1～2 p mのところ、いまだに100～160 p mという大変な濁り。このためろ過池の砂も2～3日に1回取り替えなければならぬ」と報じ、さらに10月18日には「四国三郎は茶色の帯、『河は死んだ』と嘆く住民、まるで四国の泥ガメ」と書く有様になった。ダム下流で取水する本山町の水道は濁りがひどく、風呂に水をためれば底は見えない、白いシャツを洗えば黄ばんでくる始末なので、けっきょく水源を変えなければならなくなった。

アユ漁も大打撃をうけ、吉野川の本流では、高知県内の漁獲ゼロという状態。アユだけではなく全体の漁獲高も5分の1に減り、魚の種類もアユやウナギなどの高級魚が泥水にすむフナやゴリに代った。

ミルクコーヒーのような濁流は台風のあと半年以上も続いた。この長期にわたる濁りの原因は、第1にダム上流域の変成岩の地質と関係がある。非常にくずれやすく、1975年の台風5号と6号でダムの集水面積内に4,000カ所に及ぶ土砂崩壊がおこり、その土砂が濁水となってダムに流入した。しかも変成岩の風化土は粒径がきわめて微小で、水に分散浮遊すると、容易に沈殿しないから、ダムにたまった濁水はいつまでも澄まないのである。第2の原因は、ダムの容量が大きいのので、濁水がいったんたまると、それが清澄水と入れ替るのに時間がかかることだ。3.16億 m^3 のダム容量に対し、ダ

ム集水域の年間降水量は約12億 m^3 だから、年間3回くらいしか水が入れ替らない計算になる(高崎晋吾『日本のダム』三省堂選書, 1980)。

表面取水施設などで下流の濁りの問題を解決しえぬことは明らかであるのに、科学的装いをもって流域住民や漁民をだました責任は問われなければならない。

さて、いままで洪水時の混濁河水がダムにたまり、その放流によって下流に長期の水質汚濁がおきくことを述べてきたが、実はダムの貯水が濁るのは洪水時に限らない。濁水でダムの水位がさがると、背水部の土砂堆積面が水面上に現われ、河水はこの露出部にミオをつくってダムへ流入する状態になる。このとき降雨で流量がふえると、水勢でミオの内面が浸食され、水が混濁する。つまり洪水時に堆積した土砂が再び濁りの原因になるのだ。

なお、峡谷に設けられた大ダムでは谷を吹きあげる風で貯水表面層に逆行流を生じ、洪水時に見られると同様な池水の循環をひきおこす可能性があり、これも混濁を貯水全体に拡げる役割をはたすと考えられる。

5. ダムの堆砂を左右する要因

ダムの堆砂は、ダム地点より上流の流域内で山崩れ、地すべり、土壌侵食などによって生産された土砂が、豪雨のさい河に流入し、水流にはこぼれてダムにたたまるものである。だから、(i) 給源である流域の状態(広狭・地形・地質・地被・降雨特性など)、(ii) 運搬路である河道の性質(勾配・横断面形・屈曲など)、(iii) ダムの条件(立地・規模・経過年数など)、に強く支配される。そのおもな因子について簡単に述べておこう。

流域の地質的条件

母岩の種類、その風化分解の難易、断層線や破碎帯の存在、などによって山崩れ・土壌侵食の程度がちがいが、ダムの堆砂に大きな影響を及ぼすことは明らかだが、この関係を定量的に表わすことはむずかしい。天竜川や吉野川のダムの堆砂がひどいのは、中央構造線との関係が深いと思われる。

流域の地形的条件

流域の地形因子(絶対高度・平均傾斜・起伏量など)がダムの堆砂に与える影響については、いろいろの研究がある。田中・石外は旧日本発電所属のダムの中から36個を選び、堆砂実測資料と地形因子との関係を検討し、比堆砂量($m^3/年$)と地貌係数(平均起伏量×平均高度)との間に直線比例関係が成立することを見出した(『土木学会誌』36巻4号, 1951)。

流域の地被状態

植生が山崩れや土壌侵食に及ぼす影響は非常に大きい。優良な森林では林木の根が土壌中に深くまんべんなく張っているので、根系の範囲でおこる浅い崩壊は防止される。しかし深いすべり面をもった山崩れや地すべりに対しては効果を期待できない。災害跡地調査の結果をみると、有林地でも崩壊はおきているが、無林地に比較すると単位面積当たりの崩壊個所数も崩壊面積も崩壊土砂量も明らかに少ない。

また、優良林地では地表が厚い落葉層で覆われ、雨滴の打撃による土粒子の分散がないし、地表流出も少ないので、土壌侵食はほとんどおきない。林地の年浸食土量は1mmの10分の1ないし100分の1の次数で、裸地の100分の1、荒廃地の1,000分の1程度だ。

地被状態とダム堆砂との関係について種々の経験式が発表されているが、いずれも森林面積率、地被密度のような植生指標が大きいほどダム堆砂量が抑制される傾向を示している。

流域の降雨特性

降雨の量・強度・継続時間などは山崩れ、土壌侵食に影響を与えると同時に、河道の洪水量を支配するから、ダム堆砂を左右する重要な因子だ。

水食と降雨特性の関係については多くの研究があり、それをまとめると次のようになる。

(i) 流出水量は降雨強度より降雨量に関係が深い。(ii) 浸食土砂量は裸地では降雨量より降雨強度に関係が深く、林地や草地では逆になる。(iii) 浸食土砂量は危険降雨(土壌侵食

のおこる限界強度より強い雨)の量と質にいちじるしく左右される。

ダム の 立地条件

河川開発が進んで同じ水系あるいは河川内に階段状にいくつかのダムが建設される場合、最上位の奥池(上池)が最も堆砂による埋没の危険が大きく、また堆砂の平均粒径が大きい。これに比し、河道の中流に立地する中池、下流に立地する下池と次第に堆砂速度がゆるくなり、堆砂平均粒径も小さくなる。

ダム の 経過年数

ダムの堆砂速度は経年的に変化し、一般に図-5に示すような3期に分けられる。第1期はダム竣工直後の期間で、付

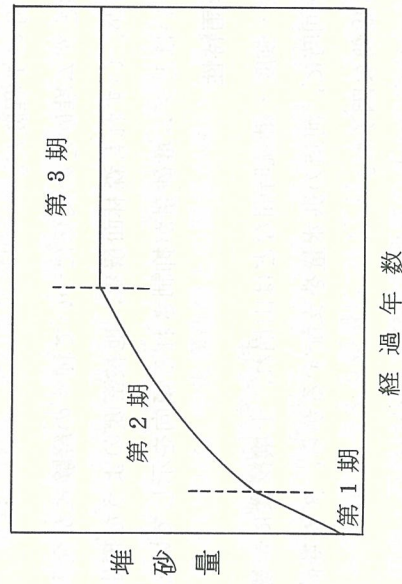


図-5 貯水池堆砂の経年変化(石川、浅田)

替道路のズリ、その他工事に伴って生産された土砂の流出があるため、堆砂速度が最も大きい。第1期がすぎると、豪雨による大洪水でもおさない限り、土砂流出は自然のときの状

態に戻り、堆砂速度は緩慢になる。この第2期には上流からの土砂は大部分ダム内部に捕捉され堆積する。さらに堆砂が進み満杯に近づくと、流入土砂の大部分がダムを越流し流下する第3期となる。上流にダムができると下流ダムの堆砂速度はゆるやかになるが、上流ダムの堆砂が進み第3期にはいと、再び下流ダムの堆砂速度が大きくなる。

6. ダムの設計と堆砂量の予測

ダムの堆砂は、程度の差こそあれ、不可避の現象だから、ダムの設計は堆砂を想定して行なわれる。ふつう設計条件として、100年間にダムに堆積すると予想される堆砂量を推定し、たとえこれだけ堆砂しても必要とする貯水容量が十分確保できるように設計する。

したがって、堆砂量の予測はダムの設計にとって非常に重要なのだが、これがなかなかむずかしい。前述のようにダムの堆砂を左右する因子の数が多く、しかも重相関的な影響を及ぼすからだ。そのうえ、(i)堆砂の給源となる流域の土砂の生産・流出が土壌浸食のように長期の連続的形態をとる場合と、山崩れのように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、(ii)主要な支配因子と考えられる降雨特性と土砂の生産・流出・堆積の関係は非線形性が強いこと、などの条件が堆砂の予測をむずかしくしている。

ダムの堆砂量予測の方法は以前からいろいろ研究されてきた。最近吉良・大田はわが国の1971年度までの122個のダムの実測堆砂資料と、定量可能な各支配因子を収集し、重回帰分析法を使い、比堆砂量と年堆砂率の経験式を算出した（『農業土木学会論文集』79号，1979年）。

この式は流域の面積・平均起伏量、ダムの総貯水容量、建設後の経過年数、その年数の間の平均年雨量・平均最大日雨量・最大洪水量の7個の実測可能因子を含んでいる。

この式をみるだけでも堆砂量の予測が容易でないことは理解できるが、それにしても、100年計画堆砂量を20～30年で突破してしまうダムが少なくなことは、ダム建設計画を立てるさい経済効果を高くみせるために、計画堆砂量を適当に小さくきめる作業者があるのではないかを疑わせる。今後堆砂量予測の研究を進展させ、予測方法を規準化することが必要だ。

7. ダムの堆砂対策

大ダムは多大の建設費と水源地主の立退きという犠牲のうえに造られるものだから、極力堆砂を防ぎダム機能の維持を図るべきはいうまでもない。その方法はつぎの5種に大別できる。

- 1) ダム計画面での対策
- 2) 流域の計画的な保安全管理
- 3) ダム上流の河道における対策
- 4) ダムの背水終端における対策
- 5) 貯水池内での対策

ダム計画面での対策

ダムの建設位置の選定は、通常地形や基礎地盤の良否、築造材料の入手や交通運輸の便、河川処理や工事施工の難易など、経済性と安全性を考慮して行なわれているが、さらに堆砂問題をも配慮すべきだ。その点からいうと、流域の起伏量が小さく、森林面積率や地被密度が大きく、山崩れ・地すべり・土壌侵食のおこりにくい地点がよい。

流域の計画的な保安全管理

流域の土砂生産量をへらすため、山地における植林、崩壊地の砂防工事、草地における過度の火入れ・放牧の禁止、農耕地における土壌侵食防止農法、などにより流域を計画的に保安全管理する必要がある。

わが国では従来、林地・草地・農地など地目ごとにそれぞれ

れ流域保全対策が行なわれているが、ダムの築造目的により施工・管理系統がちがひ、農・林・建設分野に分かれているため、ダム流域の全地目を含めた保安全管理は実施されていない。この点アメリカや台湾で行なわれているダム流域単位の水土保全事業を見習う必要がある。

ダム上流の河道における対策

ダム上流の河道で流送土砂を適当に調節し、ダムへの流入量を加減する方法がある。その第1は、上流に砂防ダム、床固め工、護岸工などの溪流工事を行なう方法である。砂防ダムは流出土砂を貯留すると同時に、溪流の勾配をゆるめ、洪水の土砂掃流力を減少させるのに役立つ。砂防ダムが土砂の貯留を主目的とする場合には、ダム容量が小さいとすぐ満砂し効果がなくなるから、上流側が緩やかで川幅が広く袋状をなしている個所で、袋の口に当たる部分になるべく高いダムを築造する必要がある。

同一水系に多数のダムをつくる場合、ダム群の貯水機能を永続させるには、上流からダムを建設し、最上流の奥池（上池）をある程度犠牲にして砂防ダムの役割をさせ、下流に立地する中池、下池の埋没を軽減する方法も考えられる。アメリカのアーカーサス河の多目的開発では、このような方法がとられ、予期以上の効果を発揮した。

ダムの背水終端における対策

これはダムの背水終端付近で流入土砂を阻止する対策で、2つの方法がある。

第1の方法は背水終端に低いダム（貯砂ダムという）をつ

くり、洪水のとき流れてくる砂や砂利をここに堆積させる。そして、あとでこの堆砂をショベルやブルドーザを使って排除する。いったん土砂が貯水池の中へ流入してしまうと、これを除くには面倒な水中作業が必要になるが、これに比べダムの背水終端に設けた貯砂ダムの土砂排除は陸上作業ででき、はるかに能率がよい。ただし、この方法の適用にはつぎの条件が必要である。(a) 洪水時に貯砂ダムに砂礫がたまると、その影響でその上流の水面がさらに高まるから、それによって上流の耕地や民家が被害をうけるおそれのないこと。(b) ブルドーザなどで掘削した砂礫の土捨場が確保できること、ないしは骨材としての需要が近傍に存在すること。(c) 土捨場・需要地への運搬はトラックによる場合が多いが、運搬経路の沿線住民の理解がえられること。

近年川砂利が不足しているので、採取された土砂が骨材などに利用される場合、この方法は一石二鳥である。天竜川の小波ダム(1969年完成)ではダム完成後9年間の堆砂量の年平均が約80万 m^3 で、計画堆砂量の2倍を上回った。そこで建設省はその対策として1978年にダムの上流約5kmの背水末端付近に高さ10m、長さ100m、貯砂容量15万 m^3 の貯砂ダムを造った。ここにたまった土砂を年間44万 m^3 掘削すれば小波ダム内に流入する土砂は年間約36万 m^3 になり、計画堆砂量を下回る計算だ。この土砂採取は地元の砂利組合によって行なわれている。もちろんこうした一つの方法だけで問題が完全に解決するとは考えられないが、この方法——ダム背水終端の貯砂ダム——が堆砂防止の有力な手段となり

うることは間違いない。四国の石手川ダムその他でも貯砂ダムが造られている。

ダムの背水終端における対策の第2は、河道に排砂施設を設け、河床を転動流下してくる土砂を捕捉し、バイパスを通じて貯水池外に放出する方法だ(図-6)。排砂施設としては一般に頭首工で用いられている沈砂池・土砂吐利用方式や渦動管(スリット管)排砂方式などが有効である。後者は図-7のように、上面に開閉のできるスリットを備えた管を河床を横切って設置するもので、土砂がスリットから管内に流入し、渦動しながらバイパスを通過して排除される。

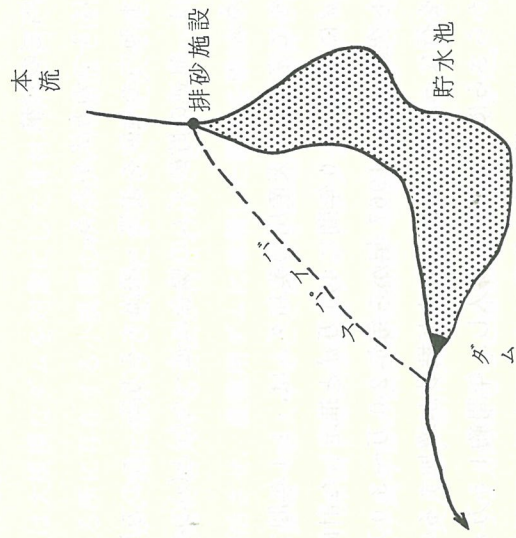


図-6 排砂施設によるバイパス排砂

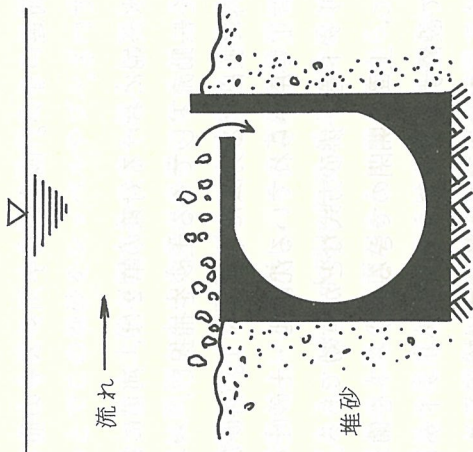


図-7 スリット管によるバイパス排砂 (吉良原図)

貯水池内での対策

これには2つの方法がある。

(1) 貯水池内の堆砂を浚渫・搬出する方法。この方法を採用するには、前述の貯砂ダムの場合に述べた(b)と(c)の条件を必要とする。

1959年に完成した天竜川の美和ダムは、14年間で堆砂量920万 m^3 に達し、40年間に440万 m^3 と推定した計画堆砂量を4割も突破した。1967年から毎年20万 \sim 30万 m^3 の陸上掘削を行なったが、それでもまだ堆砂が増加するので、1973年からさらにポンプ船を導入し、年間約15万 m^3 の浚渫を行なっている。堆砂除去作業はすべて地元の砂利組合で行ない、選別した砂利や砂は下流の需要地へダンプで運んでいる。砂利・砂の製品率は約50%で、残る泥土はダム地域の環境整備・基盤造成などに用いている。また製品化するさ

い生ずる濁水は容量20万 m^3 の沈殿地に貯め、1万ppmを50 \sim 100ppmに浄化してダムに戻している。

日本のコンクリート骨材の需要量は年間4.8億 m^3 といわれ、川砂利はすでに枯渇にひんし、山から原石を大量に採取し骨材を生産している。しかし、これも採石による山の荒廃などのため次第に困難になりだしているから、ダムの堆砂の活用が重要になることは疑いない。この事情をダムの再生にできるだけ利用するには、浚渫可能水深の大きい浚渫機械の開発、浚渫のさいの濁水発生を軽減する方法の確立、あるいは低公害の経済的な新輸送手段の開発、などを今から準備しておく必要がある。

以上は大規模なダムを対象にした骨材利用の例だが、他方全国至る所に存在する小規模のかんがい用溜池では、昔から非かんがい期に放水して底にたまっていく肥沃な泥をかき出し、農地に客入する方法が行なわれてきた。この方法を現代的に復活させ、農業用ダムに堆積した泥土を機械で浚渫し、付近の農地へ客入することができれば、一挙両得である。かつて香川県下池の池泥をシルトポンプで吸上げ、近接する香川大学農学部への傾斜地果樹園へ圧送し客入した試験例がある(吉良八郎『香川大学農学部紀要』12号, 1963年)。

このような方向はもっと追求されて然るべきだ。

(2) 堆積土砂を流水の掃流力を利用して排出する方法。これは堤体に排砂設備(排砂ゲート、排砂トンネル、排砂管など)を設け、堆砂をダム下流へ流下させるものだが、取水口・放水管などダム付属設備の堆砂による機能低下を防止する

程度の能力しかないのが普通である。

千頭ダム（大井川水系又川最上流に1935年に建設された高さ64mのコンクリートダム）は、1954年に全推砂率77%に達し、遠からず取水口が埋没し取水が困難になる恐れが生じたので、1956年に前より高い位置に流入口をもつ新取水口を設けるとともに、それに近い堤体の一部を取水口の敷高より5m低くカットして幅5mの排砂路を新設した（図-8）。1961年に満砂になったが、年間20万 m^3 の土

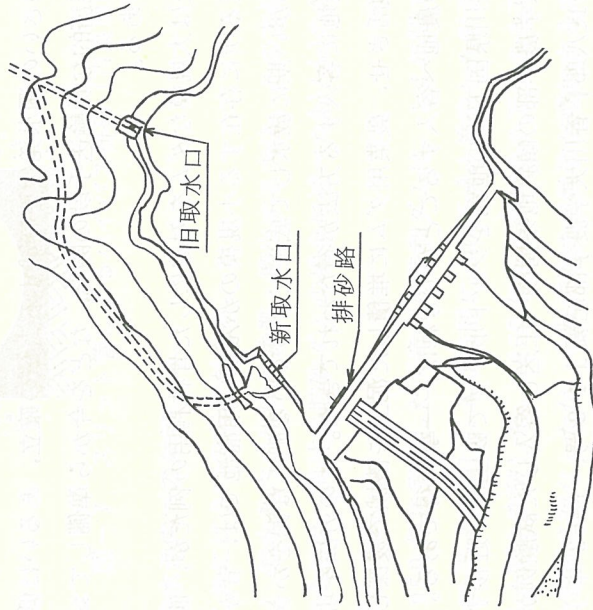


図-8 千頭ダム新旧取水口と排砂路

砂がこの排砂路で排出されるため、新取水口の取水機能は辛うじて確保されている。排砂路を流下する土砂によって、排砂路のコンクリートが年に40~70cmも摩耗するため、種々の工法を試験した結果路床にレールを敷設し、年間摩耗量を1

~2mmに抑えることに成功した。

また、天竜川の泰阜ダム（1936年完成）は年平均103万 m^3 もの土砂流入があるため、1944年に満砂状態になり、上流に水害が頻発したため、1949年に幅3m、高さ3.5m、延長255mの馬蹄形断面の排砂トンネルを設置した（図-9）。しかし年末年始の発電停止時の排砂でも1回当り13万 m^3 程度なので、堤体に近接した部分の堆砂排除には多少効果があっても、有効貯水容量の回復や上流の河床低下促進には役に立っていない。

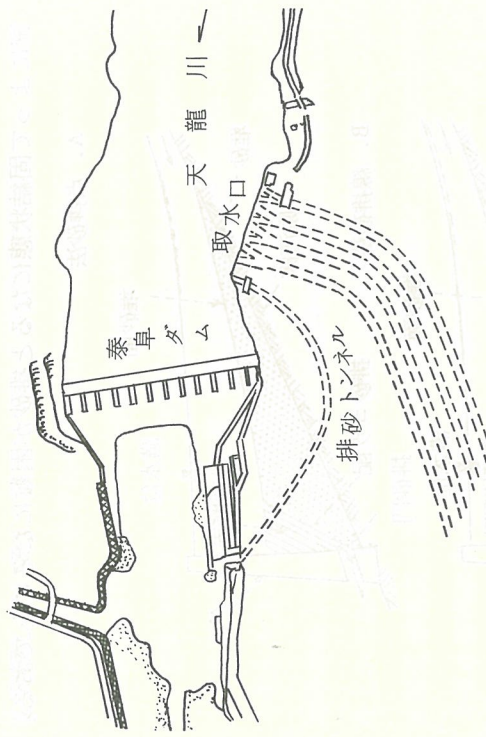
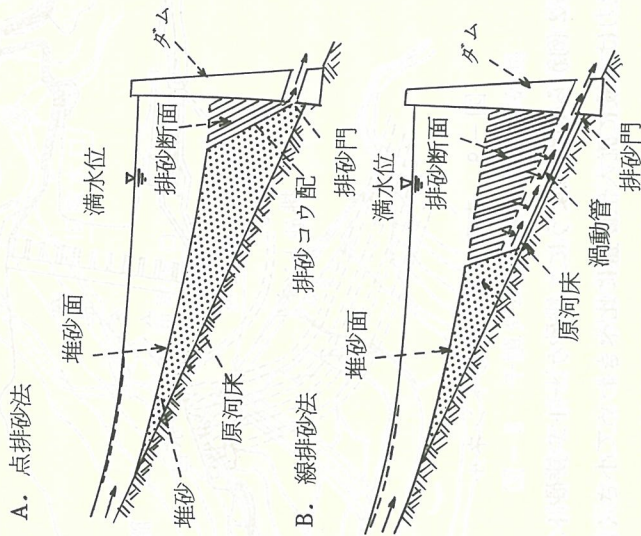


図-9 泰阜ダムの排砂トンネル

この2例からわかるように、排砂ゲートや排砂トンネルの排砂能力は一般に流入土砂量に比べきわめて小さく、効果的及ぶ範囲も限られている。また、堆砂が排砂設備の敷高に達するまでの間は掃流砂に対して排砂機能を発揮しない。

これに対して、堤体の底部近くに設けられた排砂管は、図一10にみるように深部の堆砂を排除できる。しかし排砂の範囲は堤体付近に限定され、実質的な排砂効果は小さい(図の(A))。そこでこの排砂範囲を拡大するために、排砂管をダムの上流方向に延長し(図の(B))、上面にスリットを設けた渦動管にすれば、点排砂が線排砂となり、渦動管延長範囲の砂礫質堆砂が短時間でば水中安息角を保ちつつ排砂でき、きわめて効果的である。ただ問題は、堤体付近の底置層が粘土、シルト、腐植などを含むことが多いため、これが圧密によって固結状態になると排砂が困難になることである。



図一10 ダムの点排砂法と線排砂法(吉良原図)

この場合には何らかの方法(たとえば噴流や圧搾空気などで再浮遊状態にする必要がある。(吉良ほか『神戸大学農学部研究報告』12.2, 1977)

なお峡谷型の大ダムでは前述のように(図一3), ダムに流入した高濃度の混濁水は池の底をほう成層流となって、上部の清澄池水と混合することなく堤体に向かって流下していく。したがって堤体の底部に排砂管を設置しておけば、高濃度混濁流が直接排除され、堆砂防止に役立つ。この方式の排砂法はアージェリア, チュニジア, インドなどで採用され, 効果を発揮している。

8. むすび

ダムが水供給、発電、洪水調節に大きな力を発揮すること
は改めていうまでもない。しかし、その裏に村落を水没させ、
さらに上下流の水環境を破壊するマイナスを必ず伴うことを
忘れることはできない。ダムを造らずにすませ得るならそれ
にこしたことはないのだ。この観点からわれわれは現在のダ
ム建設を見直してみる必要がある。

国土庁の長期水需給計画（1978年）によると、1976年
以降1990年までの15年間における水需要の増加量は全国
で326億 m^3 /年と見込まれている。これを受けて建設省は、
この期間内に16兆円を投じて358の水開発施設（主として
ダム）を完成させる計画を立て、着々と実行している。

しかし、実際にこんなに新規水開発が必要なのだろうか、
きわめて疑わしい。嶋津暉之（「水問題の実態」『公害研究』
10. 2, 1980）によると、関東・東海・近畿3地方の工業
用水道は平均して給水能力の約4割、水量にして150万 m^3 /
日が遊んでいる。ところが驚くべきことに、各地方とも新し
い工業用水道の新設計画を立て建設を進めており、その新規
給水量は350万 m^3 /日に上るのである。

生活用水（家庭用水と都市活動用水）についてみると、
1960年代の後半から70年代の前半にかけて水道需要は急
増し、関東地方では10年間にはほぼ倍増した。これは水道普
及による給水人口の増加と1人1日給水量の増加とによる。

しかし1人1日平均給水量は1973年に頭打ちになり、以後
一部の都市では漸減傾向を示している。また、水道の普及率
はほとんどの地域で100%近くなっているから、給水人口の
伸びは人口の伸びと考えるとよい。関東地方のような大きな地
域の最近の人口の伸びは年間2%程度だから、この増加率が
10年間つづくとしても20%の増加にすぎない。この程度
の増加は生活用水の使用合理化と工業用水道の余剰水とで容
易に賄える、と嶋津は述べている。

1990年に全国で最大の水不足を生ずるだろうと予測され
ている関東地方においてさえ、水需要の実情はこのようだ。
それにもかかわらず毎年夏になると各地で水不足が大きな問
題になるのは、水危機が誇大にキャンペーンされている疑い
をいだかせる。

水危機が故意におおられる原因はいろいろあるが、そのう
ち最も大きいのは、水資源開発に従事する膨大な人数の技術
者があり、彼らにとって、水資源開発事業の発展が生きる道
となっていることである。この技術者集団は建設省河川局の
高官を参議院に送り出し、この議員を先頭にして水資源開発
予算の獲得に奔走する。

さらにまた、水資源開発工事によって大きな利益を得てい
る大土建資本が政治家と結びついて工事促進を強く求めると
いう事情も見逃せない。建設官僚が高度成長時代に決定した
開発計画を、石油ショックで経済が低成長に転換を余儀なく
された後にもかたくなに変えようとしないう背景には、このよ
うな原因がかくされていると思われる。

水危機はかなり意識的につくりだされているが、しかし都市の水需給事情はきわめて地域性が強く、都市によっては節水（水使用の合理化）だけで間に合わぬところがあることも否定できない。このような場合に水不足対策としてまず取りあげられるのはダム建設だが、ダム公害が顕著になった今日、この従来の行き方をそのまま続けることは許されない。新規のダム建設はできるだけ抑制し、他の解決方法を探究する必要がある。その方法として考えられるのは生活用水・工場用水の節水の強化のほかに、①工業用水道の余剰水の転用、②都市近郊の水田の潰廃によって生じた農業用水余剰分の転用、③下水処理水を雑用水道に利用、④森林の水源かん養機能の強化、などだが、このなかに「既設ダムの堆砂の除去と予防」をぜひ加える必要があると思う。

前述したように、わが国の貯水容量 500 万 m^3 以上の大ダム 267 個の堆砂量の合計は 7.3 億 m^3 （総貯水容量の 6%）にのぼり、平均して毎年 4,200 万 m^3 の土砂がダム内部に堆積している。

これらの大ダムの中には発電専用のもも含まれているし、また堆砂が死水容量の中で行なわれ、まだ有効貯水容量の食いつぶしになっていないものもあるから、年々 4,200 万 m^3 の有効貯水容量が減少しているわけではない。しかし、発電用ダムでも堆砂がひどくなると、水位が低下したとき発電できないから、それによるエネルギーの損失は小さくない。1947 年に日本発電電の貯水池 122 カ所について調査した結果だと、堆砂による年間発電量の損失は 6.7 億 kW である。この数値

と比較してみると、今日のダム堆砂によって失なわれる発電量がどの位膨大になるか想像できよう。

また、現在堆砂が死水容量内で進行しているダムでも、それは近い将来有効容量の食いつぶしに発展する前段階をなすものだから、安心して放置せず極力堆砂防止を図るべきである。

巨大なダムの建設は技術者にとってきわめて魅力的で、かつ華やかな仕事だから、優秀な研究者・技術者は自然にこういう分野に集まる。日本のダム建設技術は世界的なレベルにあるとってよかろう。これに反し古いダムの堆砂を除くための研究や手直し工事のような仕事は地味だから敬遠され、まじめに取組もうとすものは少ない。こんなことをしていると出世街道から外れてしまうのである。

開発万能の高度経済成長時代は終り、かけがえない地球の環境を守りつつ進むことが人類の生き残る道だという認識が次第に強まっている。水資源関係の技術者は、新しくダムを造るより古いダムを生き返らせることのほうが重要だという意識転換をいま迫られているのではなからうか。

おわりに

本稿の工学的技術的部分は長年ダム堆砂の研究をつづけてこられた吉良八郎氏（神戸大学教授）の諸論文に負うところが多い。ここに記して心から感謝の意を表す。なお氏は最近大著『ダムの堆砂とその防除』（森北出版、1982）を上梓された。この分野における最初の総括的・理論的著書とい

ってよい。ダム堆砂について、さらに深く知りたい方々に一読をおすすめする。

解説 山崎先生の水利論

須藤清次

本書「ダム公害」の初稿は、1973～80年に山崎農研・所報“耕”に「ダムの埋没」の題名で7回連載され、その3年後の83年に山崎農研双書・第2号として刊行された。いま山崎農研の法人化を機に出版事業も手掛けることになったので、ここに山崎先生の「ダム公害」の改訂新版を公刊する。

ここで、本書の初版である山崎農研双書の由来を振り返りつつ、山崎先生が本書に託したものを探ってみたい。

山崎農研は調査研究の重点を農村の現場においていた。季刊“耕”を発行し、さらにマスコミやアカデミズムの陰にかくれた貴重な業績の助成と表彰を行ってきた。研究所が発足してから7年を経た82年から、その成果を気軽に読めるブックレットとして山崎農研双書が発刊された。双書の編集は小さな研究所にとっては過重なものであったが、82から84年にかけて下記の4号まで発行できたのは、当時の事務局長であった劇作家山田民雄氏に負うものである。

双書1. 松坂正次郎「マスコミと農政」——財界には言わせぬ話

2. 山崎不二夫「ダム公害」——堆砂がもたらすもの

3. 岸本定吉「炭やき産業を見直そう」——森林・山村を復興する道

4. 細田友雄「ナタネをつくろう」——コムギはイネを食い、ナタネは土を肥やす

これらの書名からもうかがわれるように、双書はいずれも

農村現場の息づかいに呼応するものであり、広く所外の農民団体・住民運動のなかで読まれ、さらに中学副読本などに活用された。

東大における山崎先生は農業工学科に農地工学講座を創設されたのであり、ここに取りあげたダム問題のかかわる分野つまり水文学の担当ではなかった。水問題に深くかかわるようになってしたのは、東大を退職して「農地工学、上・下」(71, 72年)を完成されてからのことである。それは、農地を点としてではなく、大地における物質とりわけ水の循環過程のなかで、総合的にとらえようという先生の視野の広さと博識の帰結するところである。

学生には専門馬鹿に陥らないようにと言われたが、それは総合性の重視を意味している。74年に多分野にまたがる人びとと共に山崎農業研究所を設立し、翌75年に日本科学者会議の事務局長につかれたとき総合学術研究集会を提案し第1回集会を開かれたのであった。

今日では、水と言えば水資源開発(ダム)や水質が頭に浮かぶ。しかし戦後15年間は戦時の国土荒廃により、水害による死者が毎年2,000人に及んだ。当時の復興対策の第1は治水(50年、国土総合開発法)であり、水行政は以下次のように展開された。エネルギーつまり発電(52、電源開発促進法)→農業用水(55、愛知公団用水法)→工業用水(56、工業用水法)→上水道(57、水道法)→多目的ダム(61、水資源開発促進法)→都市用水(62、ビル用水法)→水質規制(70、水質汚濁防止法)→流域下水道(71、新下水道法)。

多目的ダムは治水のために、大雨の前に放流してダムの容量の30ないし60%の空積を用意することになっている。ところが、利水側はなるべく貯水量を保存したいから、利水側とくに発電側の力が強いと治水側——つまり住民側——の要求が抑えられ、洪水調節が困難になる。1971年8月、台風23号に見舞われた徳島県那賀川の長安口ダムの放流が遅れて、鷲敷町住民が被災した。

水害は地震や火山と共に自然災害と言われ、援助はあるが補償はされない。補償を求めるときには、被災側が法廷においてダム管理者の手落ちを証明しなければならない。このようなダム管理の研究は、利水側と住民側の利害がからむので、河川工学の研究者のあいだではタブーになっている。ここで、山崎先生は自らの論文(農業土木学会誌、1978)を根拠にして住民側の証人として徳島地裁の法廷に立ち、ダム管理者の放流の手落ちを衝いたのであった。

ちなみに、徳島地裁においては住民側(64人)が勝訴した。しかし、奇しくも先生の亡くなられた年、94年の8月8日に徳島高裁では住民側の逆転敗訴となった——「事前にダム水位を下げることは可能だったが、管理事務所の判断が著しく不合理不当とはいえない」ということとすることを根拠にして。このとき、水害を受けてから既に23年が経過していたのである。それに対して、8月18日に住民側は上告した。この場合も、大阪府大東市水害に対する81年の最高裁の判例“河川管理者の裁量には瑕疵はない”が踏襲されているのであった。

その頃から先生は水問題の共同研究を進められ、成果を

『水資源を考える』（三共出版，1981），『明日の利根川』（農文協，1986）にまとめられた。この間に“耕”（1982）に連載された“徳田球一著『利根川水系の総合改革』について”の評論は，江戸時代から現代にわたっての利根の利水・治水や瀬替さらに関東平野の開発が論じられており，先生の博識あふれる水の自然史であり社会史である。

わが国のダム建設計画は，本書が執筆された70年代も90年代の現在も相変わらず経済成長主義が根底になっている。このような政府の水需要予測の見直しを，本書は技術のみならず社会構造の議論からさせている。

ダム数の推移と水資源計画（国土庁）

年次	'55	'65	'75	'85	'92	建設中
期間内	△212	△356	△326	△264	△157	△573
総数	1,215	1,427	1,783	2,009	2,373	2,530
計画	1978 ('75)2,009→('90)2,367	△358/15年(△326億m ³ /年)				
年	1987 ('83)2,320→(2千年)2,820	△500/17年(△230億m ³ /年)*				

* 水需要予測：(1983年) 892億m³/年→(2000年) 1,120億m³/年

本書の重点は，ダムによる流量の変化とそれが引き起こす自然と社会への影響におかれている。ダムをめぐるとのような論旨の展開のなかに，水の循環過程から自然の大地と人間の共生を，生産活動と環境論との両面から総合的に捉えようという先生の意図が読者に迫ってくるであろう。先生の編著『明日の利根川』のあとがきにダ・ヴィンチの手記から次の言葉が引用されている——水は自然の馭者である——。

（山崎農業研究所長・茨城大学名誉教授）

《山崎農研双書》

1. マスコミと農政 松坂正次郎 1982年版
2. ダム公害 山崎不二夫 1983年版
3. 炭焼き産業を見直そう 岸本定吉 1984年版
4. ナタネをつくろう 細田友雄 1984年版

改訂新版 ダム公害 定価500円

1983年3月1日 第1刷発行
1995年10月25日 改訂新版第1刷発行

著者 山崎不二夫

発行所 (株)山崎農業研究所

郵便番号160

東京都新宿区四谷3-5 不動産会館ビル

太陽コンサルタンツ内

電話 03-3357-5916 FAX 03-3357-6420

振替 00100-4-71133

制作新制作社