



ダムと世界の水

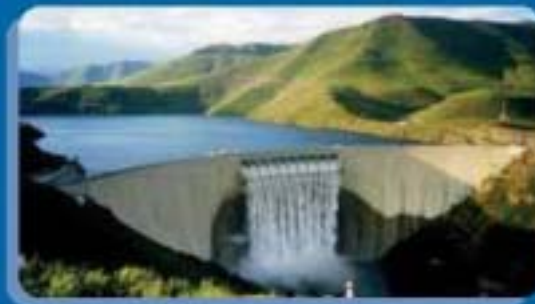
ダムが世界の水の管理に如何に役立っているかを知るためのテキスト



国際大ダム会議



国際大ダム会議（ICOLD）について



国際大ダム会議は 1928 年にパリで創設されました。

現在 88 ヶ国が参加し、機械系会社、コンサルタント、建設会社、科学者、研究者、技術者、大学の教授、各国政府、金融機関、各種協会などの 10,000 人のメンバーにより構成されています。

国際大ダム会議は、ダムの分野で指導的地位にあり、ダムに関する技術を進歩させ、世界の要請に応えるよう水資源を環境に調和して開発し、管理をするための専門的な組織です。

国際大ダム会議は、毎年 1 回年次例会を、また 3 年に 1 度総会を各国持ち廻りで開催し、ダムの分野に関する知識と経験を交換するための組織です。

このためまね進歩のための研究は、24 の技術委員会と各個別課題に対する 500 人の専門家により行われています。また国際大ダム会議は、世界の水資源の持続的開発と、管理の分野におけるダムの役割を広く知ってもらう活動も行っております。

国際大ダム会議は、ダムを安全に経済的に、また環境と社会と持続的な関係を持って建設するための基準や指針を定めている専門的組織のリーダーです。

ダムと世界の水

ダムが世界の水の管理に如何に役立っているかを知るためのテキスト



国際大ダム会議



はじめに



Luis BERGA 教授
国際大ダム会議会長



Art WALZ 氏
国際大ダム会議副会長
広報・教育委員会委員長



Michel de VIVO 氏
国際大ダム会議
事務局長

今世紀、水は人類文明にとって欠くことのできない資源であり続けます。適切かつ安全な水の供給は、我々の健康、環境、社会や経済にとって本質的な要素です。しかし、次の2つが重要性を増してきます。その1つは、現在始まっている気候変動であり、それは乾燥化の傾向により水不足をきたし、水資源の確保を一層困難にします。もう1つは世界における人口増加であり、家庭用水、農業用水及び工業用水の需要の増加をもたらし、特に食糧生産のためのかんがい用水の増加が強調されます。それ故、過去の人類の歴史において果たしてきたダムの重要な役割は、21世紀中においても継続することでしょう。

国際大ダム会議は、1928年に創設されて以来、ダムと水に関する知識の普及について中心的な役割を果たしてきました。長い間そして現在も、国際大ダム会議は技術者のみならず、一般の人々に対しても開かれています。それ故、国際大ダム会議が若い世代の人々に対して、世界の水の管理に関して直面しなければならない課題に対して説明を行うことはごく自然の成り行きです。この本は、簡潔かつ正確に水不足とその管理、食糧生産、発電及び洪水調節におけるダムの利便的役割についての、基本的な事実を説明しています。そして、世界の水、その分布と循環について、基本的な事実を説明しています。

我々はこの本が、22世紀の人類文明を指導する責任をもつ、若い世代の人々に有益であると信じております。

ダムと世界の水

1 序文 p. 6

2 世界の水 p. 8

3 我々は如何にして水を得るのか・世界の水循環... p. 11

4 地球上の水の分布 p. 13

4、1 水に困っている国と水不足の国 p. 13

4、2 衛生のための水 p. 14

4、3 総合的な水管理 p. 15

5 世界の人口データ p. 15

6 水の必要量 p. 16

6、1 家庭用水の必要量 p. 16

6、2 家庭用水、農業用水及び工業用水の合計必要量 p. 16

7 ダムとは？ p. 17

8 世界のダムの歴史 p. 17

9 ダムの必要性、目的、型式、付属物とダム建設 p. 17

9、1 ダムの必要性 p. 19

9、2 ダムの目的 p. 19

9、3 ダムの型式 p. 19

9、4 ダムの付属物 p. 22

9、5 ダムの位置と形式の選定 p. 24

9、6 ダムの建設 p. 24

10 現在のダム p. 28

10、1 現在のダムの建設目的 P. 29



1 1 ダムから受ける便益 p. 30



11、 1 家庭用水及び工業用水への水の補給	p. 30
11、 2 食糧生産のための農業用水の需要	p. 32
11、 3 洪水調節	p. 33
11、 4 水力発電	p. 34
11、 5 内陸舟運	p. 36
11、 6 リクリエーション	p. 36
11、 7 流域における総合的な水管理	p. 36
11、 8 便益についてのまとめ	p. 38

1 2 ダムと環境 p. 42

12.1 環境保全と環境改善	p. 42
----------------------	-------



1 3 将来を見つめて・21世紀のダム p. 45



13、 1 ダムと貯水池の計画課程	p. 45
13、 1、 1 市民参加と協調	p. 46
13、 2 ダムと貯水池の計画と社会・経済の関係	p. 47
13、 3 流域における総合的な水管理の必要性の増大.....	p. 47
13、 3、 1 流域における即時型水管理の必要性	p. 49
13、 4 将来のかんがい	p. 49
13、 5 将来の水力発電.....	p. 50
13、 6 将来の洪水調節	p. 52
13、 7 将来の内陸舟運	p. 53
13、 8 プロジェクトの便益と環境のバランス	p. 54
13、 9 水資源についての広報と教育の必要性	p. 56

1 4 国際大ダム会議の役割と世界の水 p. 57



1 5 要約 p. 58

用語解説 p. 60

序 文

1

Serre
Ponçonダム
フランス
多目的ダム



© 2(64ページ参照)

水は、地球上のあらゆる生命をささえる重要な資源です。そして、我々の文明の健全性を支える基本的な要素であり、また世界の環境の健全性ばかりでなく、生長と発展のための基本的な要素です。読者の理解を助けるため、この本の中のいくつかについては付録Aに用語解説があります。

この本で、あなたは地球上には限られた量の水しかないことを学びます。この限られた量の水の中で淡水はさらに限られた量であり、それを人間は家庭用に、穀物の生産のために、そして工業用のために利用しています。また、あなたは我々が限られた量の降水量又は降雨量の、陸上に降る少しの部分のみを受け取っていることを理解するでしょう。この降水量のかなりの部分は河川への流出となり、海へと流出します。その結果、降水量のうちごく少量を人間が利用することとなり、地下に浸透して地下水を涵養するものも少なく、その結果、貯水池に集水し、貯水し管理する必要が脚光を浴びることとなります。

あなたは又、この降水量が季節や位置によって不均等に分布し、その結果、利用できる量と需要量にアンバランスが生じ、注意深い管理が必要なことも理解するでしょう。あなたは、後ほど世界人口の概要と予想される増加率を見ることとなります。この人口増加の大部分は未発展国で起こることに留意して下さい。未発展国において水需要は一番重要なものであり、しかも現在の供給量は限られているものです。使用できる限られた水の不注意な使用や、汚染が広く広がっていることを認識することは重要なことです。世界のある地域では、食糧及びエネルギー供給の需要と、供給のアンバランスによって、生命が脅かされているのです。

あなたは世界の歴史を通じて、ダムと貯水池が成功裡に川を堰き止めて、膨大な量の水を集め貯水し、我々の文明を支えるため、毎日川に放流されてきたことを知るでしょう。4000年以上も前から世界のあらゆる場所で必要な水を供給するため、人類はダムを使用してきました。

ダムと世界の水

序文



これらのダムが多くは現在も未だ使用されています。

人口の増大及び経済成長による水の需要により、多量の水を貯水するためのダム建設の必要性が増大してきました。現在、ダムと貯水池は世界のいたるところで社会と経済の要請に適合した形で運営されており、同時にそれは、その地域の環境と共存しております。

あなたは、我々がダム及び貯水池計画より、水の供給、かんがい、洪水調節、発電、内陸水運及びリクリエーションといった広い範囲の利便を受けていることを理解できるでしょう。●



米国 Santa Fe
の土壌塩による
ダム



生活を維持し、
成長と発展を支える
ため、適切な量と質
の水の確保が必要
です



© 3(64ページ参照)

地球は大量
の水を保有
しています

2

世界の水

この章では、世界の水はどこにどのような形で存在し、我々はいかにして、水循環過程の中の水を得ているかについて説明します。氷河、地下水及び湖や河川に存在する淡水は、世界の水の 2.5%にしかすぎず、地球の人々と国々はそれを利用していることは、多くの人々にとって驚きかもしれません。

世界の水は、海、北極や南極の氷河、川、湖や地下などに存在しています。実際の世界の水の分布の様子は、次の図に示されています。

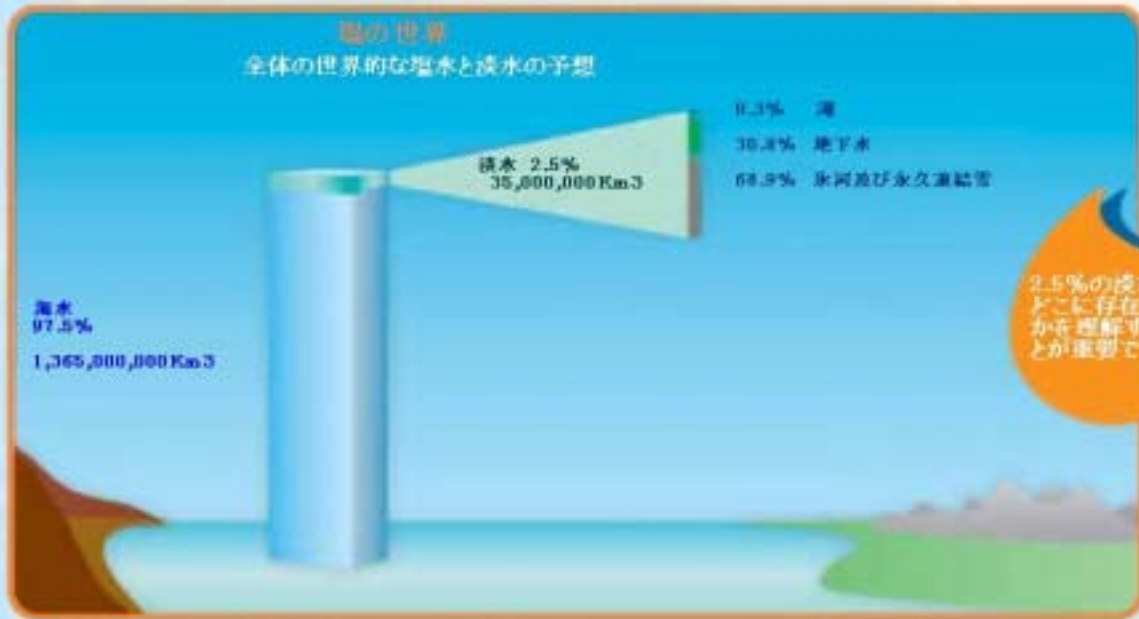


海は
世界の水の
97.5%を保
有しています

© 4(64ページ参照)

ダムと世界の水

世界の水



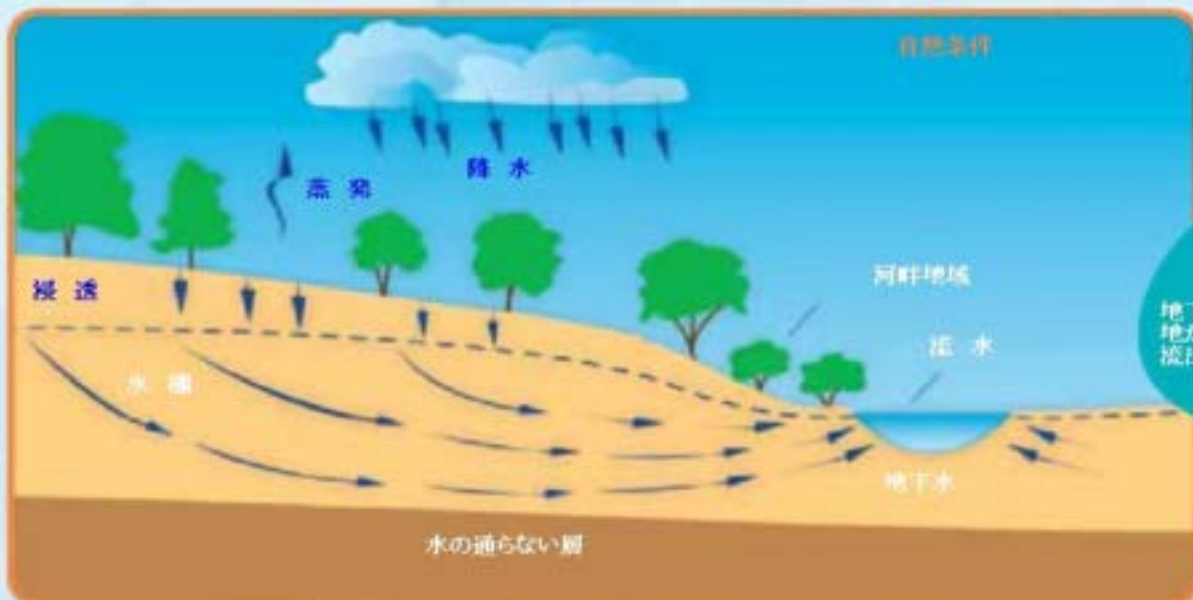
世界の淡水の大部分（68.9%）は氷河や北極及び南極の永久凍結雪の形で存在します。そして、毎年ごく少量が使用されているのです。地下水は利用可能な淡水資源です。

その源は雨、雪、みぞれやあられで、それが地下に浸透したものです。水は重力によって、土、砂、砂利や岩のすき間を通して、地層が水によって満たされるまで地下に移動します。



水によって満たされた地層は、滞水層と呼ばれ、その層の上端は地下水位面（water table）と呼ばれます。（下図参照）

地下水位面は地表に近い場合も、地表から数100m以上深い場合もあります。地下水は世界中の農村地帯の信頼できる水資源です。地下水の大部分は清潔な水ですが、汚染されることもあります。我々は地下水が汚染されないよう保護することが重要です。

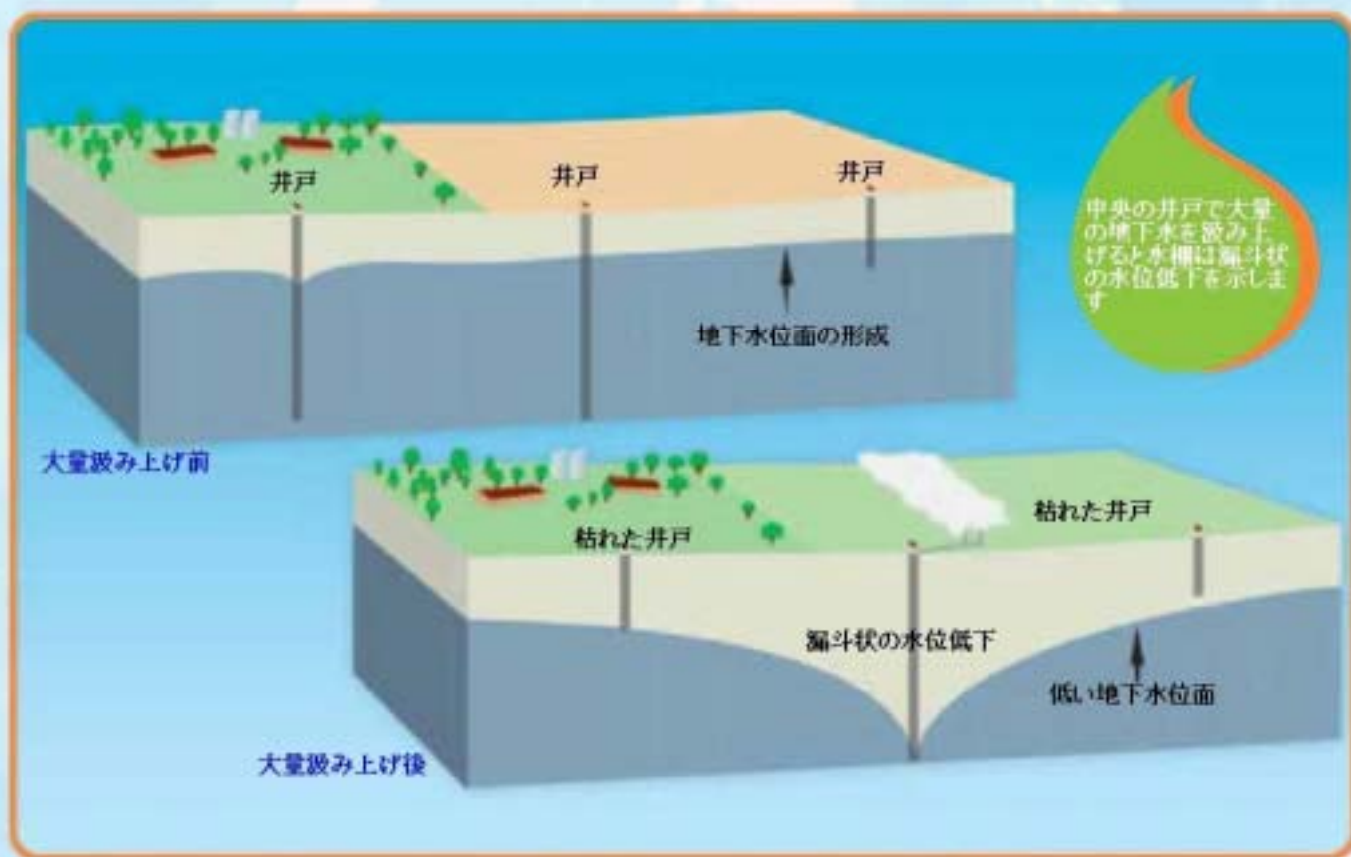


現在、世界の人口のうちかなり多くの人々が地下水を使用しています。湖のような表流水の貯留に比較して、地下水はその場で使用可能で運搬の必要がありません。さらに、地下水資源を開発するための投資は、必要になった時だけすれば良いのです。地下水は自然に存在し、その所在場所や量を変化させたり、増大させることはできません。世界の乾燥地帯では、地下水は、必要な量を供給することができません。

例えば、サウジアラビアのリヤド周辺では地下水は深さ 1200～1800mの位置から得られます。米国アリゾナ州フェニックスにおいては、市の発展過程で、地下水を使い果たしました。

現在の需要は、砂漠をハイプで横断してコロラド川から水を引いてまかっています。

第3章では、世界の雨のうち、陸上に降るのは19%にすぎないことがわかります。陸上に降った雨は大地に吸収されるか、小川に流れこみ、さらに河から海へと流れます。大地に吸収された雨は地下水を涵養することとなります。開発されていない植物でおおわれた土地では、雨の吸収は最大75%にも達します。開発が進むにつれ、吸収が減少し流出が増大しますが、このことを理解することが重要です。



家庭用、農業用及び工業用の地下水を得るため井戸が設置されます。過剰な水の汲み上げにより、地下水位面の低下やある地点の地下水を枯渇させることのないよう我々は注意しなければいけません。

地下水の汲み上げにおいては、局地的に地下水を長期間枯渇させないよう再涵養することに注意することが重要です。地下水の過剰な汲み上げは地下水位面の低下をもたらします。このため、しばしばさ

らに深い位置からの汲み上げを行う必要が生じます。長期間にわたって、このようなことを継続すると、その地点の地下水を枯渇させることとなります。現在、地下水の過剰な汲み上げは、サウジアラビア、イスラエル、南アフリカ、インド、及び米国の西部諸州で起こっていることが知られています。これらの地域では、地下水の汲み上げを制限したり、地下水を涵養することが必要です。

世界の水



湖や河川に存在する淡水の割合はごく小さいものです。雨が降ると、その水の一部は湖や河川に流入し、最後には海に到着します。

湖から供給される水は1%以下です



我々が使用できる淡水の割合は、相対的に小さいものですから、我々はそれを上手に管理し、湖や河川を汚染しないようにすることが重要です。このことは、下水処理場や管理型埋立てゴミ処理場が必要であるということです。



そして我々の河川では...

我々は如何にして水を得るのか ”世界の水循環”



地球上に、水は固体（氷）、液体（海・湖や河川の水）あるいは気体（水蒸気）の形で存在します。海、河川、雲や雨など水を含むすべてのものは、すべてその形状をしばしば変化させます。（地表水は蒸発し、雲は降水となり、雨は地下に浸透します。）しかし、地球上の水の総量は変化しないことを理解することが重要です。地球上の水の循環と保存は“水の水循環”と呼ばれています。



世界の水の循環、これは時には水文学的循環と呼ばれていますが、地球の有限かつ貴重な水の供給に深く関与しています。他の言葉で言えば、水は何度も繰り返し循環しているのです。太陽のエネルギーは光と熱という形で、海、河川、湖、あるいは水たまりからも水を蒸発させます。蒸発は水が液体から気体、又は蒸気に変化したことを意味します。地球表面から上昇する温かい空気の流れは、この水蒸気を大気の中に上昇させます。

この流れが、大気中の冷たい層にまで達した時、水蒸気は微粒子のまわりに付着し凝縮します。このことを凝縮と言います。十分な量の水蒸気が、小さなゴミ、花粉や汚染物に付着した時、それは雲となります。空気がさらに大量の水蒸気を吸い込み、雲を形成している水粒子はどんどん大きくなっていきます。そして渦巻く大気の流れは、水粒子があまりに大きくなるとそれを保持する事ができなくなります。すると、水粒子は降水となって空気から落ちるのです。降水の形は雨、雪、みぞれ、あるいはあられなどがあり、湿度など大気の

状態によって決まります。

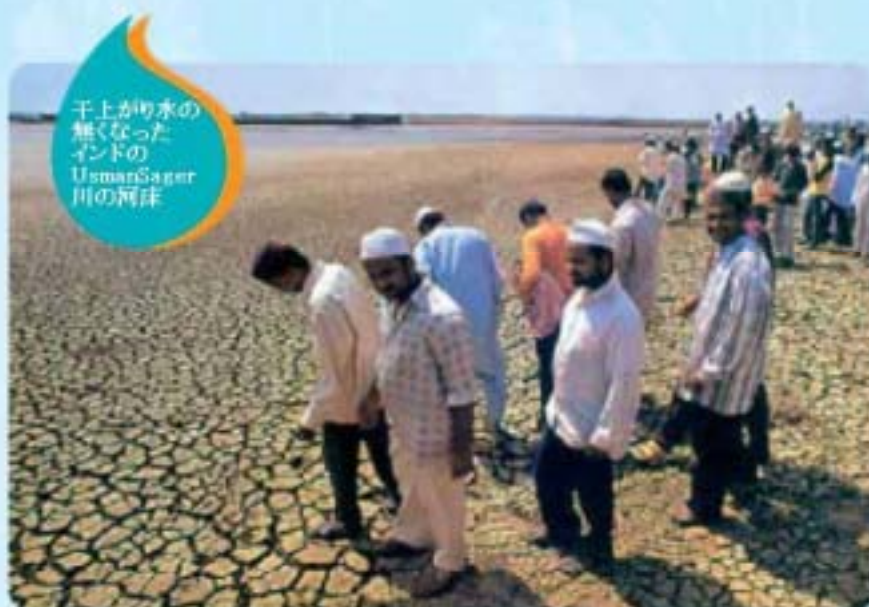
降水が地上に達した時、さまざまな事象が発生します。大部分の水は、流出となって水川や河川に流れ込み、さらに海に戻ります。降水の一部は大地に吸収されます。これは浸透と呼ばれています。地中に入った水は地下水を涵養することとなります。地下水は地球の水資源のうち最大のものです。しかし、それは地球上に均等に分布しているものではありません。地球上では、地下水を得ることが難しい、あるいは全く得ることが出来ない地域もあるのです。

上述した水循環の図から、我々は降水量（577,000 km³）の79%は海に、19%は陸地に、2%は湖などに降ることを理解することが重要です。このことはわずか 110,000 km³、すなわち 19%の雨が陸地に降っているということです。この 110,000 km³の59%が蒸発し、38%が河川などに流出し、最後は海に到ります。わずか 2,200 km³、すなわち 2%が浸透し地下水となります。このことが水を貯水池に貯める必要性を示しているのです。

地球上の水の分布



不幸なことに、水は我々が必要とする場所及び時に、常に利用可能であるわけではありません。降水又は雨は季節や場所により、世界的に均等に分布しているわけではありません。流域内における発展は流出を増大させ、地下水への涵養を減少させます。自然の植生におおわれた大地では流出は少なく、地下水の涵養のための浸透は多くなります。高度に開発された地域の雨は、大部分が流出し洪水となります。アフリカやアジアのような世界のある地域では、渇水により水不足となり生活が困難になります。ある場所では、雨の長期的変動により生命が脅かされ、穀物、家や建物が被害を受ける原因ともなります。激甚な洪水はしばしば国単位で発生しますが、極端な渇水の影響は周辺国にも及びます。



干上がり水の
無くなった
インドの
UsmanSagar
川の河床

洪水は自然災害の 30%を占めます。
1975 年から 2000 年までの間に世界で
95 の激甚な洪水が発生しました。



中国での
洪水



地球上の水の分布

4.1 水に困っている国と水不足の国

アフリカの
水不足地
帯の風景



©6(ページ64参照)

国連は、水不足に悩む国を、利用できる量に従って「水ストレス国」(Water stressed country)

と「水不足国」(Water scarce country)に分類しています。水ストレス国は、利用可能な水が $1,700\text{m}^3$ /人/年より少ない国です。(この体積は $25\text{m} \times 25\text{m}$ の面積に立つ高さ 8.2m のピラミッドに等しいものです。)このことは、ある特定の場所では時に個人的な水の消費と農学用水あるいは工業用水の使い分けが困難になることを意味しています。水不足国は、 $1,000\text{m}^3$ /人/年より少ない国で、これは $25\text{m} \times 25\text{m}$ の面積上のわずか 4.8m のピラミッドとなります。

そのようなケースでは、適正な食糧や経済発展のための水を供給することができず、重大な環境問題が生ずるでしょう。この問題は「水の必要量」の章で詳細に述べます。

多くの場合水の流れについて分析するには、国単位より流域単位の方が適当です。しかし、世界の大河川の多くは、1ヶ国以上の国を流れており、政府間の協力を必要とする状況を産んでいます。現在、少なくとも水ストレス国には23億人が、水不足国には17億人が生活しています。2025年までに、それぞれ35億人及び24億人になると予想されています。

4.2 衛生のための水



手洗いは病気を予防します
アフリカの子ども達

衛生状態が悪いということは病気や死亡を引き起こし、健康上の重要な問題です。26億人以上あるいは世界の40%の人が、基本的な衛生施設が不足の状態です。その結果、毎日何千人の子供達が下痢や水に起因する病気で死亡しています。さらに多くの人が

が病気にかかり衰弱しています。過去に衛生状態を改善しようとする政治的約束や要求はあまりあませんでした。

現在では、貯水池の信頼できる貯留水が浄水場に送られ、衛生状態を改善しています。しかし、品質が向上し衛生状態の良い水が、その地域の人々の健康の向上を保証するわけではありません。日常生活における適正な水利用を総合的に行うことが「鍵」なのです。そしてそれは子供の時から始めることを必要とします。学校における健康と衛生の教育プログラムは、水と衛生プログラムを体系化したもののなのです。

水ストレス国の
干上がった
河川



©7(ページ64参照)

4.3 総合的な水管理

河川流域内で総合的な水管理を行うことについての強い要望があります。ダムと貯水池は、ある河川の中で、降雨時に貯水し、河川には常に必要量の水が流れるよう戦略的な場所に建設されています。



総合的な水管理とは、すべてのダムが降雨時に貯水し、下流の河川に各々のダムからあらかじめ決定した十分な流量を確保するよう協調して放流するよう管理することを言います。

世界の人口データ

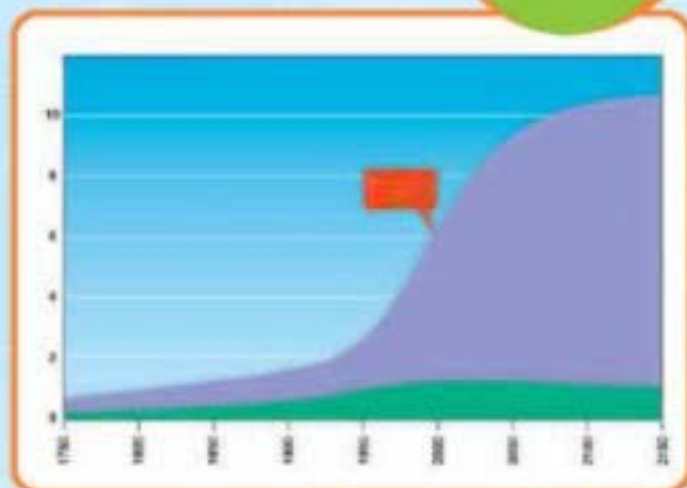
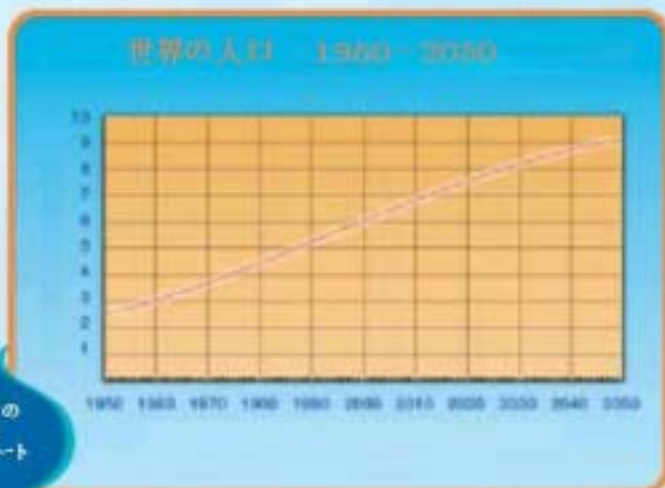
5

2005 年における世界の人口は 64.5 億人と推定され 1.3%/年、又は 77.3 百万人の割合で成長を続けています。2050 年までの世界人口の予測が下図に示されています。この成長の大部分は、世界の乾燥地帯—アフリカです。この成長により水、食糧、エネルギー及び他の社会基盤やサービスに対する要求が継続することとなります。

最近の人口増大により、世界人口は 54 年毎に倍増します。この成長が続けば、現在約 60 億人の世界人口は 2054 年までに 120 億人となります。

下図に示されるよう人口増大は発展途上国で大きいことを理解することが重要です。これらの国では淡水と電気の供給は非常に限られています。

発展途上国で急速に人口が増大していることを示す図



水の必要量

6

6.1 家庭用水の必要量

水の必要は家庭用、農業用、工業用の各必要量に分類されます。世界的標準として採用されている家庭用水の項目毎の必要量は次の通りです。

目的	ℓ/人/日
飲料用	5
衛生用	20
風呂	15
料理	10
計	50

これは 18.25m^3 /人/年又は
4,821ガロン/人/年に相当します。※
※この量は処理及び送水課程の損失は含んでいません。

例えば人口 50 万人の人口の都市は、基本的な家庭用水として 25×10^6 ℓ/日を必要とし、損失を含めれば 27×10^6 ℓ/日（これは標準的な国際サッカー場に

4.7m の水深の水の
量）となります。

1000 人の人
口の町は

50,000
ℓ/日を必
要とし、損

失を含めれ
ば 55,000

ℓ/日（これ

は $8\text{m} \times 8\text{m}$ の面積
に 2.6m 高さのピラミッ

ドの体積の水）となります。人口

500 人の小さな村でも 25,000 ℓ/日、損失
を含めれば 27,500 ℓ/日となります。

2000 年には、50 ℓ/人/日の最小必要量の水を得ることができない人々が 61 ヶ国で 21 億人いました。未発展国におけるこれからの予想される人口増加を考えれば、この人口は 2025 年までに 42 億人に増大します。

6.2 家庭用水、農業用水及び

工業用水の合計必要量

家庭用水、農業用水及び工業用水の合計必要量について見てみます。国連が水の合計必要量について 3 つの分類を行っていることを知らなければなりません。最初の分類は $1,700\text{m}^3$ /人/年以上の水を利用している国です。（これは 25m の平方の面積に高さ 8.2m のピラミッドの体積の水と同等です）この国は、国を支えるに十分な水を供給できると考えられています。

家庭用水の需要はこの合計量の約 1 % であることに注目して下さい。第 2 の分類は $1,700\text{m}^3$ /人/年より少ない水のストレスの国です。第 3 の分類は、 $1,000\text{m}^3$ /人/年、これは 25m 平方の面積に高さ 4.8m のピラミッドの体積の水と同等以下で水不足の国です。水不足の国では適切な食糧を供給するだけの水が無く、経済発展は阻害され環境問題が起こるでしょう。

2000 年には、31 ヶ国で 508 百万人の人口が水ストレスの状態と考えられています。2025 年までに水ストレスの国は 48 ヶ国に、人口で約 30 億人になると推定されています。流域は河川の流れを解析する上で国よりも適切な単位です。世界の多くの大河川は 1 ヶ国以上を流れています。このことは国々が協調し合うことを要請しているのです。



世界の多くの地域で水量及びその分配システムが不足しています

ダムとは？

ダムとは、小川、河川あるいは水路を横断して建設される構造物で、流れを制限しコントロールするものと定義されます。ダムは、小さな土堰堤から、通常水供給、発電及びかんがいを使用される高くて大きいコンクリートダムまで大きさは色々です。

ダム建設のためには、通常河床から貯水池の高さに至る間の既存の村、家屋、農場、高速道路、鉄道、その他の施設などの移転が必要となります。世界的に見て、ダムの型式はフィルダム型（盛土型）、コンクリート重力式型、及びコンクリートアーチ式型です。各々の曲型的な横断面図は9.3節に示されています。ダムの附属構造物としては、洪水吐き、水力発電所、管理施設があります。

ダムは水を貯え、家庭用、かんがい用、舟運、レクリエーション、土砂の堆積防止、洪水調節あるいは発電のために水を運用するために建設されます。

我々が建設したダムの中で、単独の目的で使われるものは単目的ダムと呼ばれます。

今日、多くのダムは幾つかの目的のために使われるので多目的ダムと呼ばれます。多目的ダムは非常に重要で、国民は単独の投資で幾つかの経済的利益を受けるため、発展途上国においてはコスト的に有益なプロジェクトです。多目的ダムは、流域の資源開発のための基礎石なのです。

世界のダムの歴史

最近の考古学によれば、人類が生活のために必要な信頼できる水源として、紀元前 2000 年に簡単な土堰堤や水路網を建設したことが発見されています。イエメンの Marib ダムは、紀元前 750 年に建設を始め、完成に 100 年を要しました。そのダムは高さ 4 m の盛土で、かんがいや生活用の放流を制御する石の水門を持っていました。1986 年に、現在も存在しているそのダムを、高さ 83 m に嵩上げし $398 \times 10^6 \text{ m}^3$ の貯水池をつくりました。

ダムと世界の水



7世紀につくられ現在も使用されている狭山池の空から見た写真

世界のダムの歴史

紀元前750年に建設されたMaribダムの水門に刻まれた銘文



歴史的に見て、ダムは水が豊富な時にそれを集め貯水し、水が少ない時期にそれを利用するために使われました。そのため穀物を供給するための

かんがいを使用されると共に町を建設し維持するために重要でした。

現在使用されている最も古いダムの1つは紀元前 1300 年にシリアで建設された土と石によるフィルダムです。中国では紀元前 2200 年にダム群

と水路網が建設されました。イランでは、13 世紀から 16 世紀に建設された古いダムの幾つかが現在も使用されています。

スリランカでは、例えば紀元前 6 世紀に数多くのダムと貯水池が建設された

ことが古文書や石に刻まれた銘文で明らかになっています。流域を結び水路建設により、さらにかんが

い用の大型の貯水池が増大しました。これらのダムの中で Minneriya ダムは Mahasen 王の統治(276-303 年)時代に建設され、機能を維持していることが 1900 年に発見されました。1901 年に修復され、現在も使用されています。

1968年に完成した新しいイエメンのMaribダム



スリランカでは 50 以上の古いダムが修復されています。これらの古い貯水池が現在も機能を発揮している主な理由は、その放流設備、洪水吐き、及びリップラップ材が現在の設計基準にも適合していることにあります。石造の取水塔と放流設備は 2000 年ないし 3000 年につくられたとしても修復を行い、1900 年代にも機能する構造物なのです。

1350年頃建設されたイランのBen-e-Golestanダム



ローマ人は水供給のため低いダム群によるシステムを作りました。

最も有名なものは Cornalbo 土堰堤で高さ 28m (78 フィート)、長さ 185m (606 フィート) で南スペインにあります。

ローマ時代後は、スペインが

16 世紀にかんがい用に大ダムを建設し始めるまでダム建設における発展はあまりありませんでした。

ヨーロッパの技術者はその技術を 19 世紀にさらに改良し、高さ 45-60m (150-200 フィート) のダム建設が可能になりました。

歴史的に見て、ダムは水供給、かんがい及び洪水調節のため計画され建設されました。1800 年代の後半に入り、水力発電と舟運が加

わりました。レクリエーションは多くのダムで非常に有益な追加目的になっています。さらに最近では、ダムは複数の目的で建設されることが多く、それらのダムは多目的ダムと呼ばれています。

日本の最も古いダムの1つである狭山池ダムは7世紀の初頭につくられ、何回もの修復と嵩上げを経て現在も使用されています。

エジプトの古い時代のかんがい用のダム



273-303年にわたり建設され、スリランカのMinneriyaダムの古い取水塔。1901年にかんがい用に修復され、現在も使用されている



ダムの必要性・目的・型式 ・付属物とダム建設



9.1 ダムの必要性

ダムは我々の社会基盤施設の中で重要かつ基本的なものであるため、安全、効率かつ経済的に運営するため、技術的かつ行政的要求に合致したものでなければなりません。すべてのダムの設計、建設及び運営は、次に述べる技術的行政的要求に従わなければなりません。

技術的要求は次のとおりです。

- ・ダム、基礎及びアバットメントはすべての荷重（水圧及び地震）に対して安全であること
- ・ダムと基礎は十分な水密性を有し、安全な管理と貯水容量を確保するため適切な浸透制御装置を持つこと
- ・ダムは波浪が堤体上を乗り越えることを防止するため、十分な余裕高を持つこと。そしてフィル型ダムの場合は、基礎と堤体の沈下に対して余裕を持っていること
- ・ダムは非常に大きい洪水の場合にも越流（オーバートップング）を防止するため、十分な洪水吐き及び放流設備を持つこと

行政的要求は次のとおりです。

- ・運営と維持のマニュアル
- ・状況を把握できる監視装置
- ・ダム及び付属物の監視及び検査計画
- ・非常時における行動計画
- ・自然環境の保全を行うこと

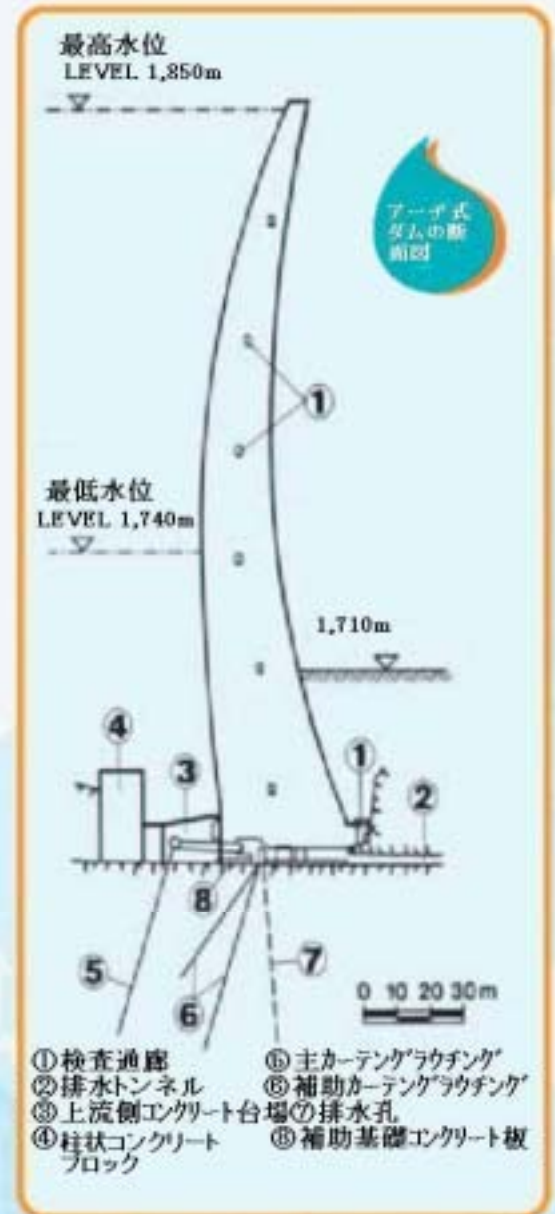
- ・必要に応じて定期検査、総合的な見直し、評価と変更
- ・設計、建設及び運営記録の公式文書

9.2 ダムの目的

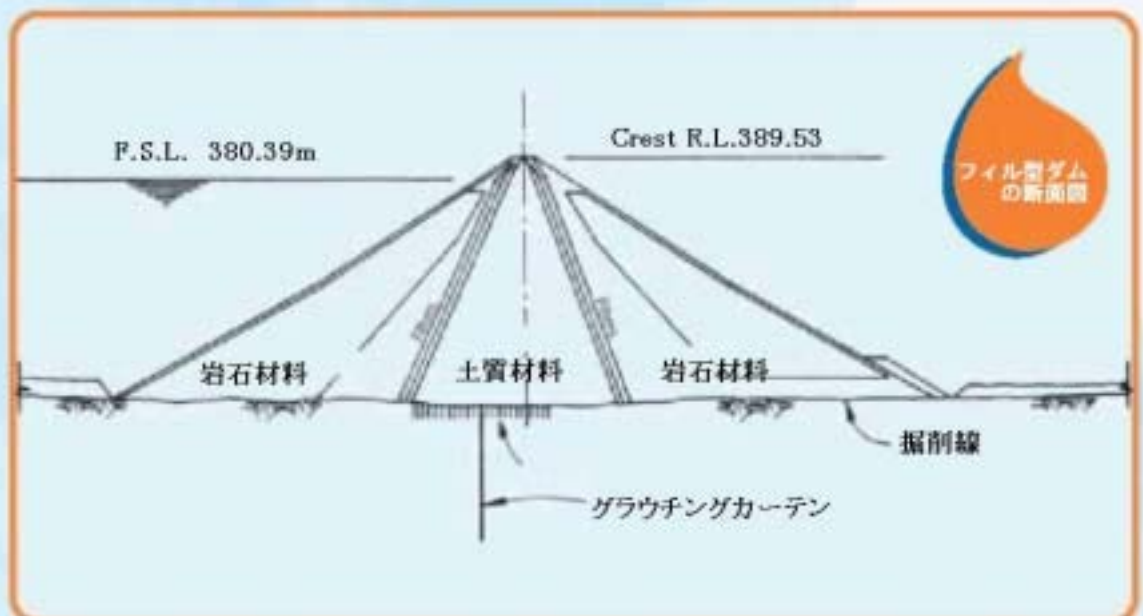
すべてのダムは大規模であり、公共のものであれ私的なものであれ、ある特定の目的のために建設されます。古い時代には、ダムは生活用水あるいはかんがい用水のために単一目的で建設されました。文明が進むにつれ、生活用水、かんがい、洪水調節、舟運、水質確保、土砂堆積管理あるいはエネルギーについての要求が増大してきました。従って、ダムは生活用水、洪水調節、かんがい、舟運、土砂堆積管理、水力発電のため特定の目的で建設されてきました。ダムは流域内における水資源開発の基礎石です。多目的ダムとは、国民が単一投資により生活及び経済的利益を受けるため、発展途上国にとって非常に重要なプロジェクトです。

9.3 ダムの形式

ダムは建設に使用される材料により型式分類されます。コンクリート、石、あるいはレンガ等で建設されるダムは重力式、アーチ式又はバットレス式と呼ばれます。土又は岩で建設されるダムは、フィル（盛土）型と呼ばれます。



フィル型のダムは土のみの盛土か、土と岩との組み合わせの盛り立てで建設されます。技術者は通常フィル型のダムを大量の土と岩が採取できる地点で採用します。フィル型のダムは世界のダムの75%を占めています。フィル型のダムのあるものは、完全に土のみで建設されており、アースフィルダムと呼ばれています。一方、岩のみで建設されたものはロックフィルダムと呼ばれます。フィル型の多くは土と岩との組み合わせで建設され、土が主体のものはアースフィルダム、岩が主体のものはロックフィルダムと呼ばれています。



ダムの必要性、目的、型式、 付属物とダム建設



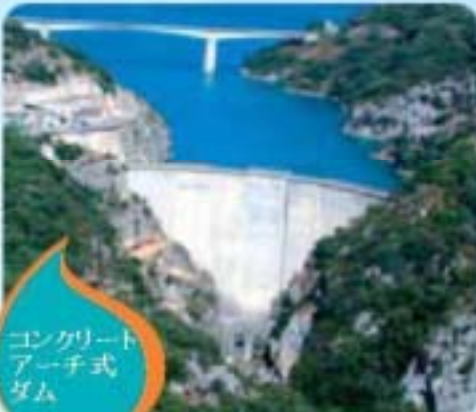
大規模な
アースフィル
型のダム

◎8(ページ64参照)

重力式ダムは、貯留した水による強大な力に対して自重で対抗します。古い時代の重力式ダムのあるものは、石積みとコンクリートで建設され、石積み（メンソリー）ダムと呼ばれています。

現在動力式ダムは、大量のコンクリート又は「ローラーで転圧されたコンクリート」（コンクリートを層状に打設しローラーで転圧したもの）で建設され、バットレス式ダムと呼ばれます。

バットレス
式ダム



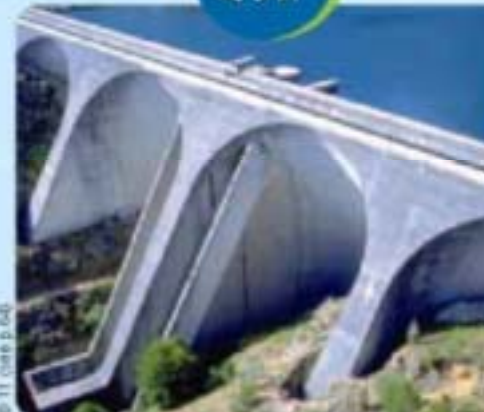
コンクリート
アーチ式
ダム

◎9(ページ64参照)



ロック
フィルダム

◎10(ページ64参照)



◎11(ページ64参照)



重力式
コンクリート
ダム

◎12(ページ64参照)

アーチ式ダムは上流側に湾曲した形状のダムで、その多くは狭い峡谷で建設されます。ダムにかかる水圧はコンクリートのアーチにより峡谷の壁面に伝達されます。アーチ式ダムは同じ長さの重力式ダムよりコンクリート量は少なくても済みますが、ダムの重量を支持するため固い岩盤を必要とします。



ロック
フィルダム

◎13(ページ64参照)



ダムの必要性、目的、型式、 付属物とダム建設

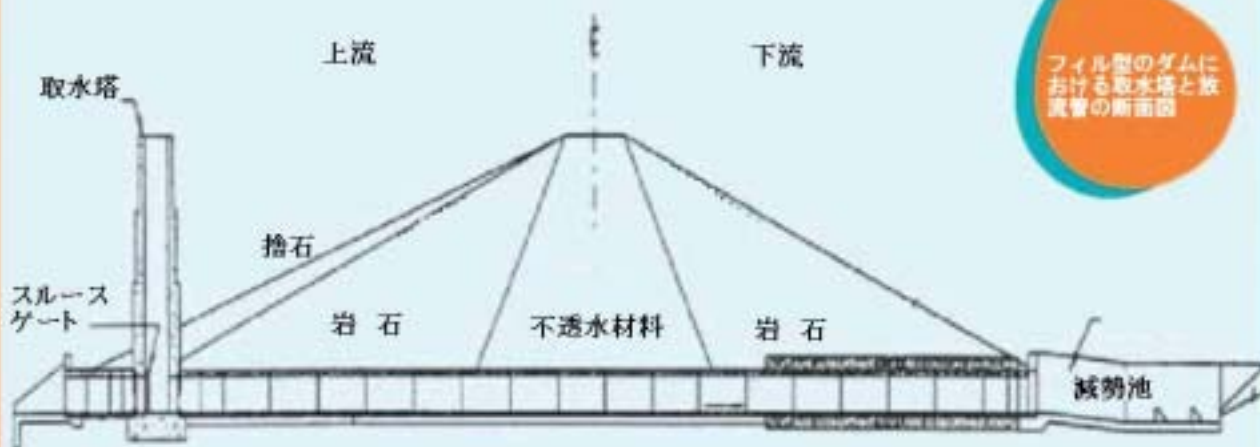
9.4 ダムの付属物

ダムを適切に運用するためには、ダムにいくつかの付属物が必要です。それは、貯水池、洪水吐き、放流設備と管理設備です。水力発電ダムの場合、水圧管、発電機、送電設備がさらに含まれます。貯水池は水を貯める場所です。流入量は連続的に観測され、放流量は最大の便益をあげるよう操作されます。通常の状態では、貯水池の水位は制御用の水門を有する大きなトンネル又は管路よりなる放流設備により制御されます。洪水時には、貯水池の水位は洪水吐きと放流設備の両者により制御されます。

洪水調節用のダムは、洪水期には最大の洪水調節容量を確保するため、貯水池の水位は可能な限り低下させます。かんがい用のダムでは、貯水池は冬期及び早春にできるだけ貯水し、乾燥期の放流に備えます。水力発電用ダムの貯水池は、発電機で一定出力が出るようにある一定水位となるよう管理されます。水質は自然とのバランスを維持する上で非常に重要で、良好な水質を維持するための手段が最近のダムでは取り入れられています。

各種の水位において、取水可能な設備により下流の環境条件に合致する水温と溶存酸素量となるよう選択的に取水し混合することができます。魚の遡上及び下降を可能とする魚道は多くのダムで設置されています。発電機の水車に魚が吸い込まれないようスクリーンも設置されます。最近の多くのダムは多目的ダムですから、経済的、環境的に最適な運用をするよう注意深く連続的に管理されています。

貯水池内の取水塔とそれに連結した放流管路の例



フィル型のダムにおける取水塔と放流管の断面図

ダム中央部の
洪水吐き
からの放流

© 14 (page 5, 6)

◎14(ページ64参照)

米国、アイダ
ホのロッキン
ガムにおけ
る洪水吐き



ダムの必要性、目的、型式、 付属物とダム建設

すべてのダムの付属物は、管理室から監視され操作されています。管理室は必要な監視装置、操作装置、電子計算機、非常用電源、通信設備を備え、すべての場合においてダムを安全に管理できるようになっています。気象条件、流入量、貯水位、放流量及び下流河川の水位も監視されています。さらに管理室では、ダム内部及び付属設備内に設置された構造物の挙動とダムの物理的状況を計測する機器も監視しています。

9.5 ダムの位置と形式の選定

ある地点においてどのようなダム型式を選ぶかは、環境を考慮した上で技術的及び経済的データをもとに決定されます。ごく早い時期の設計において、数ヶ所で複数の型式のダムが注意深く検討されます。水文調査を行った後、各地点において物理試験を行うサンプルを得るため、土と岩のボーリングや調査坑の実施を含む一連の調査が実施されます。浸透状態を評価するため揚水試験が実施される場合もあります。概略設計とその工事費が水文、水理、地質工学、構造及び地質の各分野の専門家により検討されます。地点の選定には水質環境、生態系や文化財などの検討も含まれます。

ダム型式の選定の要素としては地形、地質、基礎条件、水文、地震及び利用可能な建設材料などがあります。ダムの基礎は堅固なものでなければなりません。狭い谷で健全な岩盤までの深さが浅い場合はコンクリートダム、広い谷で健全な岩盤までの深さが変化したり、色々と条件が変化する場合、フィル型のダムが適しています。アースフィルダムは、すべての材料を掘削により採取できるので最も多く見られる型式です。

9.6 ダムの建設

ダム建設は大量の材料、機械、人員が必要となります。ダム建設には通常4～5年かかり、大型の多目的ダムの場合7～10年かかる場合もあります。

水没地内の鉄道、ガス、電線などを水没地外に移設した後ダム建設が始まります。第1段階は樹木、植生、建設などの除去、準備工事です。次に基礎を掘削しコンクリート、土、あるいは岩を打設できるように河川の流れを転流します。河川の流れを転流するため、しばしば一時期河床の半分が掘り込まれ、コンクリート打設が行われ、他の半分の河床に流れを集めます。

(訳者注：その後コンクリート打設が終わった部分に流れを集め、残り半分の掘削、コンクリート打設を行います。半川締切工法といいます。)

この工法は谷の岩盤にトンネルを掘り、工事区間を迂回する工法より経済的です。このトンネルは工事期間中の仮の設備である場合もあり、そのプロジェクトの放流設備に使用される場合もあります。工事期間中、河川の全流量を通過させる必要があります。このトンネルへの転流を行うため、仮締切堤（流れを一時的に締切る小型のダム）が建設されます。ダムが十分な高さに達した後、トンネルには操作できる水門が設置されます。ダムが十分な高さまで完成し放流設備も完成した後、河川の流れは残り半分の河床部分に設置された、十分大きな別の仮締切堤により、既に完成した放流設備に転流させられます。この別の仮締切堤は越流しないよう十分な高さを持っている必要があります。下流側からも河川水が流入しないよう下流側仮締切を既設し、河床に水を無くす必要があります。ダム工事の最終段階で、ダムは最終的な高さに完成させられます。



Nakai ダム
(NamTheun2)
ラオス
ローラ・展庄コンク
リートダム (RCC
ダム)

◎ 15(ページ64参照)



Nakai ダム
ラオス
コンクリート
打設

◎ 16(ページ64参照)



Gangulaeダム
フランス
現在あるア
ースフィルダム
を嵩上げ中

◎ 17(ページ64参照)



ダムの必要性、目的、型式、 付属物とダム建設



© 18 (ページ64参照)



© 19 (ページ64参照)

1と2、Champon ダムーフランス

1930-1935 年にかけて重力式ダムを建設

3、Roselend ダムーフランス

4、Nam Them ダムーフランス建設中

5、Potrerillos ダム

6と7、Potrerillos ダムーアルゼンチン 上流側

8と9、Katse ダムーレト アーチ式ダムのコンクリート打設

10、Ceyrac ダムーフランス 重力式ダムのコンクリート打設

11、ローラーによる転圧コンクリートダム (RCC ダム)

Penn Forest ダムー米国 (運搬、打設、ローラーによる転圧)

12、Villerest ダムーフランス 重力式で湾曲したダムの建設

13、大規模なコンクリート重力式ダムの洪水吐きの建設



© 20 (ページ64参照)



© 21 (ページ64参照)



5



6



7



© 22 (ページ 64)

©22(ページ64参照)



© 23 (ページ 64)

© 23(ページ64参照)



© 24 (ページ 64)

© 24(ページ64参照)



© 25 (ページ 64)

© 25 (ページ64参照)



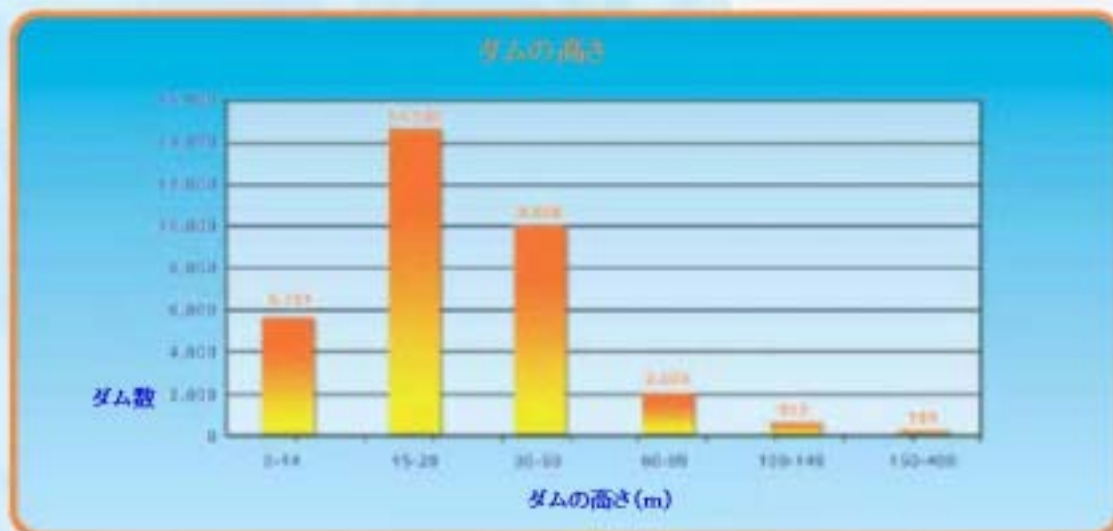
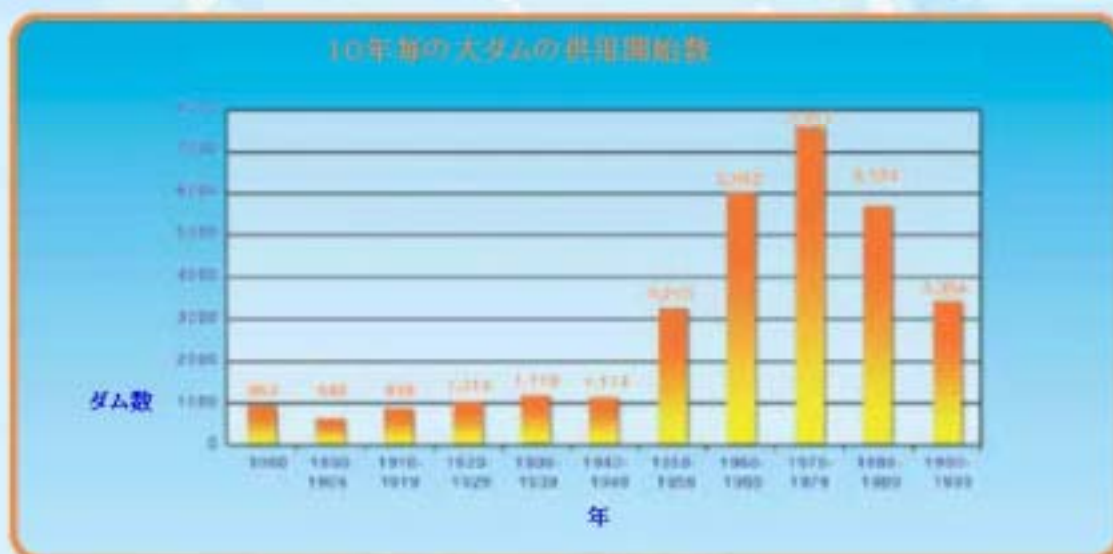
現在のダム

10

国際大ダム会議は「世界ダム登録」の作業を行っています。

大規模なダム（大ダム）と考えられ、登録されているダムは高さが15m以上又は10～15mのダムで、貯水容量が3百万 m^3 以上のものです。各ダムは国毎にダム名、完成年、ダム高、貯水池容量、平均年間発生電力量、かんがい面積、洪水調節容量、ダム建設による移転者数が示されています。2000年における世界のデータによれば、供用中の大ダムは約50,000あります。フィル型のダムが大多数で、重力式、アーチ式と続きます。ダムプロジェクトにおける計画過程と地域の社会経済的な事項についての住民参加の関係については、13章で検討します。

下図は世界の大ダムの供用開始年毎の数、高さの分布及び地域毎のダムの分布を示したものです。



現在のダム



ダムの主要型式はアースフィルダム型で、全体の 43.7%を占め、重力式ダムが 10.6%、ロックフィルダム型が 5.3%となっています。



10.1 現在のダムの建設目的

「世界ダム登録」中のダムの大部分（71.7%）は単一目的のダムです。しかし、多目的ダム（28.3%）が増大しつつあります。現在「世界ダム登録」中で最も目的として多いのはかんがい、次のようになっています。

- ・ 48.6% かんがい
- ・ 17.4% 水力発電
- ・ 12.7% 水供給
- ・ 10.0% 洪水調節
- ・ 5.3% レクリエーション
- ・ 0.6% 舟運及び水産
- ・ 5.4% その他



Chaudanneダム
フランス

乾燥地帯への家庭
用水、かんがい用水
工業用水を供給し
発電を行っている

© 26(ページ264参照)26 (2004年)

11

ダムから受ける便益

世界を通じて、社会・経済の発展のために基本的に必要なものの1つは適切な水質の水が適量に利用可能であり、エネルギー供給があることです。適切に計画・設計・建設そして管理されたダムは、水のエネルギー供給に大きな力を発揮します。水の循環過程における変動を調整するため、ダムと貯水池は年間を通じて貯水し、あるいは河川において必要な量を維持するために放流を行うことが必要なのです。

1.1.1 家庭用水及び工業用水への水の補給

現在の文明を維持し、将来の成長のためには適切かつ信頼できる水源の確保が必要です。過去そして現在においても、世界の多くの地域では家庭用水及び工業用水の主要水源は、地下水又は帯水層（地表下の砂礫又は岩でその中に帯水しそれが利用可能な地層）です。現在、これらの帯水層の大きさ、自然涵養可能量を超過する汲み上げにより地下水棚の低下を起こしています。この状況の渇水期は年間を通じて地下水を枯渇させることとなります。

第3章で述べたように、全地球に降る雨の中で陸地に降る雨は19%にすぎず、大部分は流出し、地下水に涵養されるのは、わずか2%であることを思い出して下さい。適切に計画、設計、建設、そして管理されたダムは、我々の水供給の要求に対して大変有益なものです。水循環過程における変動を調整するため、ダムと貯水池は貯水し、不足する時期により適切な供給を行うのです。

ダムから受ける便益



アーチ式
ダムの場合

©27 (ページ64参照)

地下水からの水供給に貯水池からの水供給を追加することが重要になりつつあります。大都市地域では雨量の多い時期に貯水し、乾燥する時期にそれを

利用する方法に大きく依存しています。このことは世界の中でも乾燥地帯で特に重要なことです。



工業用水
利用の例
大規模な
紙パルプミル

©28 (ページ64参照)

貯水池に貯められた水は工業用にも使用されます。その使用範囲は製造のための直接利用から化学や精製課程への利用、あるいは通常の火力発電

及び原子力発電のための冷却用水などさまざまです。

工業用に
1日に数百万
リットルの水が必
要です



© 29(ページ64参照)

1.1.2 食糧生産のための農業用水の需要

世界的規模で見た場合、水を多く使用する用途の1つはかんがい農業です。

1990年代当初、世界の農業適地のうち、かんがいされていたのは1/5以下でした。そしてその土地で世界の食糧の1/3を生産しました。世界の乾燥地帯の人々のことわざに「食糧は水の流れる所に育つ」というものがあります。

かんがいされた農地で2025年までに85%の食糧を増産しなければならないと推定されています。

このために、さらに淡水の供給需要が増大します。かんがいが必要な土地の大部分は乾燥地帯にあり、その大部分は発展途上国にあります。かんがい技術の向上により、節水方法を広くひろめるとしても、さらに多くの貯水池が必要となるでしょう。

発展途上国
における食糧
生産のため
の水供給



ダムから受ける便益



食糧は
水の流れる
所で育つ

30(ページ64参照)

11.3 洪水調節

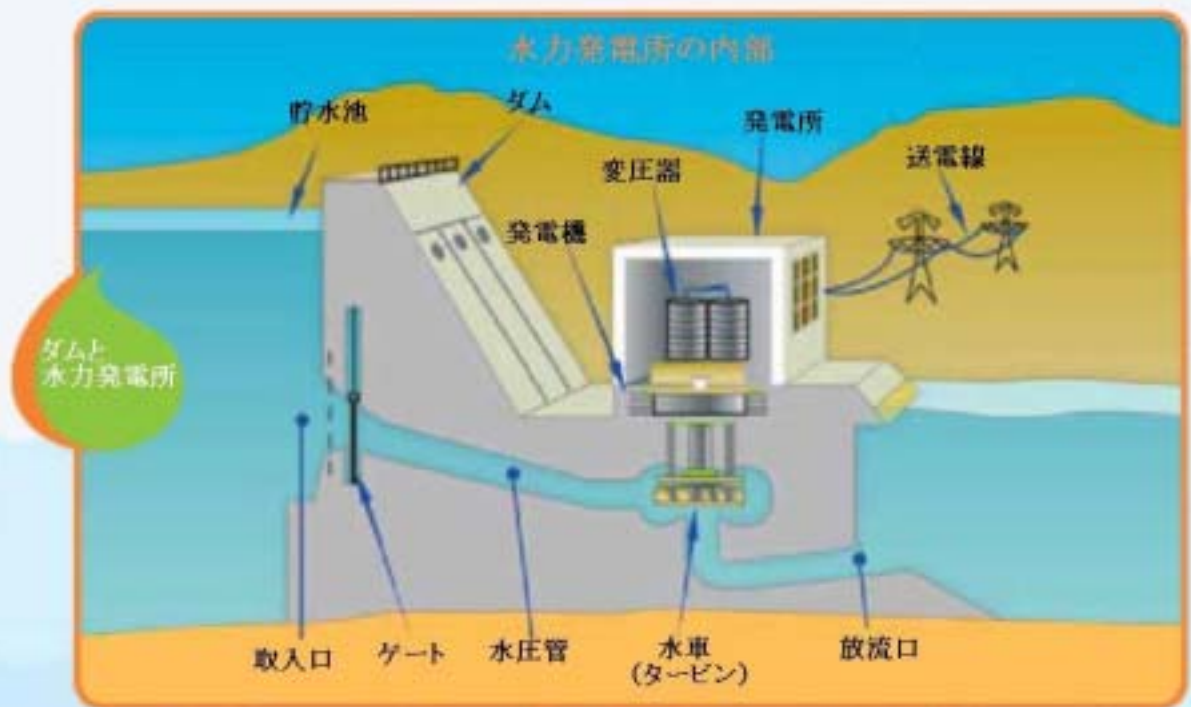
ダムと貯水池は洪水を一時的に貯留し、後にそれを放流することにより、ダムより下流の河川水位と洪水を効果的に制御することができます。最も効率的な洪水調節方法は、流域の主要なダム毎に貯留と放流についての総合的水管理計画を作ることにより決定されます。各ダムは、想定した洪水に対して被害が発生しないように決定した水管理計画に従って操作されます。

このことは、雨期の前に貯水位を下げることを意味します。この方法で洪水を防ぐことができます。ダムの水管理計画は、経済成長のための総合計画と住民参加によって決定されます。

11.7 において、総合的水管理計画について、さらに述べることにします。洪水調節は、多くの既存ダムの主要な目的となっており、現在建設中の世界の主要なダムについても、主要な目的の1つとなっています。



村の洪水



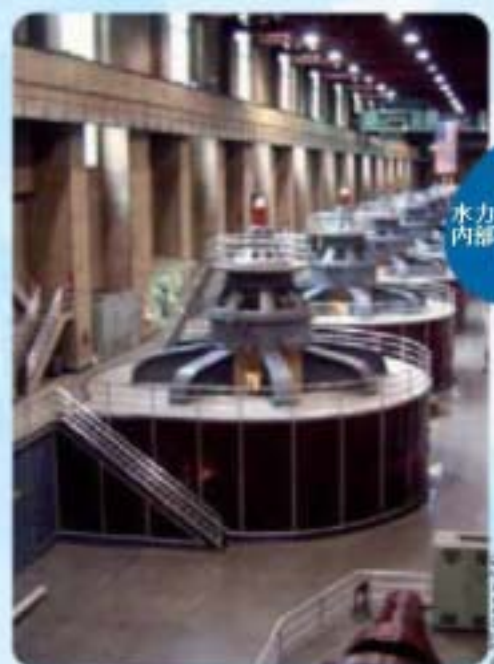
11.4 水力発電

水はローマ時代から動力源として利用されてきました。水は最初、穀物の製粉、製材、製糸の糸車など各種の水車（Water wheel）に利用されました。19世紀初頭、水車より効率的な機械として水車（タービン）が発明され、19世紀中頃に始めて水力発電に使用されました。

水を利用して、発電機の軸を水車（タービン）で回転させ発電を行うという方法は、水力発電と呼ばれています。水が動力源ですから、水力発電は発生可能なエネルギーであり、電源の1つとして広く利用されています。



©31(ページ64参照)



© 32(ページ64参照)

ダムから受ける便益



Castillonダム
フランス
ダム下部の発電
所と右上部の開
閉所と送電線

◎33(ページ64参照)

水車（タービン）を回転する力が大きいほど発電量も増大します。従って、発電量は水の水車（タービン）までの落差と水車（タービン）を通過する水量によって決まります。他の発電方式（例えば石炭、石油あるいはガスを燃焼させて発電）に比較して、水力発電の利点の最大のものは再生可能なエネルギーであることです。換言すれば、発電しても水を消費したわけではなく、水力発電所より放流された水は他の目的に利用可能です。そして燃料を燃やさないため、環境を汚染しないクリーンなエネルギーです。

水力発電を大規模に実施している国はヨーロッパのノルウェー、スウェーデン、スイス、カナダ、米国、オーストラリア及びニュージーランドです。小規模なものはアジアの各国でかなり前からそれぞれの条件の下で実施されてきました。例えばインドでは、100年以上も前に最初の水力発電所が建設されています。

世界ではおよそ200ヶ国が大出力であれ小出力であれ、何らかの形で水力発電の可能性を有しています。水力発電に一番適している国の自然条件は、山あるいは丘陵が多く、湖と河川が多いか、大きな水系を有していることです。最大の水力発電所は、ブラジルとパラグアイの国境を流れるリオパラナ川に建設されたイタイプ発電所です。この水力発電所は特別に大きい（14,000MW、 $MW=1 \times 10^6 W$ ）ですが、世界的に見れば、中規模なものは数十万もあります。ブラジルは発電量の90%以上を水力発電で得ています。

ローズ川におけるVaugeois堰
ダム、水力発電
及び閘門の多目的施設



◎ 34(ページ64参照)

11.5 内陸舟運

内陸舟運（訳者注：水運と呼ぶこともあります）にとって河川の自然条件、例えば流量や河床の変化、氷、洗掘や堆積による流路の変化などは大きな問題であり障害となります。しかし、内陸舟運は高速道路や鉄道に比較して、一隻が大量の荷物及び大きい寸法のものを運べ、燃料が節約できるという利点があります。内陸舟運が効率的に行えるのは、ダムの閘門、貯水池を地域や国の経済的發展を実現するように、運用する総合的な流域計画を立案しその実行を行ったためなのです。

経済的利益を得るようダム、貯水池を舟運用に管理しても、計画の目的である洪水調節、浸食防止、地下水の維持あるいはレクリエーションなどの付加価値も得られます。

11.6 レクリエーション

ダム貯水池をレクリエーションに使用することは、ダムの他の目的とともに魅力的なものです。天然の湖面積が少ない又は無い地域においては、特にそうです。ボート、水泳、魚釣り、野鳥観察、自然観察遊歩などのレクリエーション利益は、計画当初から他の目的とともに考慮されなければなりません。その結果バランスのとれた計画となるのです。ダムと貯水池をうまく運用すればレクリエーションの機会は増大するでしょう。

11.7 流域における総合的水管理

必要な場所で十分な量と適切な水質の水を利用できるようにすることは何々難しいことです。地下水、天然湖、河川の水、そして貯水池の水が家庭用や農業用及び工業用としての需要に対して利用されてきました。



ダムから受ける便益

この4つの水源のうち、貯水池事業は州、地域及び国レベルで水とエネルギーの両面で効率的に管理できる唯一の水源です。貯水池への流入量と放流量は管理されなくてはなりません。流域内における総合水管理は、貯水池内に水が貯められ、適切で信頼できる量の水利用が可能になることが確保されるよう、日々の放流量が管理されることです。一例は嵐の時の洪水を洪水調節のため貯水することです。渇水期において各ダムより流域全般にわたり、適切な量が利用できるように除々に放流するよう調整されます。流域内の各ダムと貯水池は、貯水池への流入量と下流河川における必要量に基づいて、放流量を決める操作計画を所有しています。各ダムの操作計画は流域内の他のダムと調整されています。全体の調整と操作計画は、例えば流域委員会のような流域全体にわたる組織によって策定されています。この組織は流域内の渇水と洪水を操作する上で非常に重要な役割を荷なっています。

ダムの取水塔において、複数の水位より取水できる施設は下流河川の水質を改善するため必要とする水温の水を供給できるよう操作人に、異なる水温水の選択取水を行うことを可能にさせています。適切に管理された貯水池事業では、年間を通じ環境上必要な貯水位を維持しています。

流域内における総合的水管理の目的は、既存の水利用を犠牲にすることなく水需要を満足させることです。流域内においてこのことを実現するための主要事項は次のとおりです。

- ・適切な河川流量を供給する計画を立案するとともに適切な貯水位を維持すること
(洪水と渇水管理)
- ・環境に影響を与えず、都市用水、農業用水及び工業用水の需要を満足すること
- ・水質の評価と改善

流域内の総合的水管理によるダムからの放流により我々の河川は年間を通じて信頼できる流量が確保されています。



◎ 35 (ページ 64 参照)



Granbsheimダム

ローヌ川で発電所と閘門がある

この大ダムは水供給、水力発電、舟運、洪水調整、レクリエーションに使用される

施設の中央部分に大規模な魚道がある

© 37 (ページ64参照)

工場

11.8 便益についてのまとめ

ダムと貯水池の便益は、その地方、地域、国及び地球規模のあらゆる観点から見て、評価する必要があります。ダムプロジェクトの利益の全体像が、貯水池周辺の地域あるいはそこに住んでいる人々に常に実感されるわけではありません。その一例は、エジプトのナイル川上流部にあるアスワン・ハイダムです。このダムはナイル川の水を貯留し、毎日一定量の水を放流しています。その利益はエジプト全国に及んでいます。

流域における総合的水管理は発展途上国及び既発展国において重要です。インド、インドネシアなどの東南アジアの国々では、数世紀にわたり何度となく飢饉に襲われてきました。モンスーンによる雨が遅れたり不足した場合、多数の死者が発生する飢饉がしばしば発生しました。

© 36 (ページ64参照)

ダムと世界の水

ダムから受ける便益



ダムから
受ける便益

© 37 (ページ 64 参照)



Hungry Horse
ダムの空中写
真、米国
デキサス州

最近の 50 年の間に建設された大規模な貯水池により、この問題は雨期に余剰な水を貯留し、乾燥期に計画的に放流することにより解決したのです。

水ストレス国における水供給の便益の卓越した例は南アメリカの Lesotho 高地水プロジェクトです。この計画はレソト王国と隣接する南アフリカ共和国との共同事業です。この事業は、比較的雨量の多いレソト王国の山間部に数ヶ所のダムを建設し貯水します。

その水は、約 80 km のトンネルにより放流され、南アフリカ中央部の乾燥地帯に供給されます。そのプロジェクトの前までは、レソト高地は未開発で交通も不便でした。このプロジェクトの一部として、重量交通に耐える橋と舗装道路が新設されました。国内における電力網と通信網が格段に向上し新設されました。

学校が建設現場に開設され、周辺に病院や医療救急施設を備えた健康保険センターが開設されました。この基本社会基盤は、現地に今もあり引き続いて便益を与えています。

かんがい
用水の
確保



◎ 38(ページ64参照)

世界のどこでも農業には信頼できてかつ十分な量の水が必要です。このため、かんがいシステムが必要となります。米国では淡水の消費量の 49% はかんがい用です。国連はアフリカとアジアでは淡水の消費量の 85% はかんがい用であると推定しています。2025 年には農業用水の需要は現在の 1.5 倍に達するでしょう。ダムと貯水池はこの大量に必要な水に対処するための施設なのです。

工業用設備はそれを効率的に運用するため、大量の水を必要とします。新鮮な水を使用した場合、工場は通常水を汚染しますので、その施設から放流する前に処理しなければなりません。水力発電は動力源の水がタダなので一番低価格の電源です。従って、世界各地の多くの国で貧困に対処するための有効な手段なのです。

ダムから受ける便益



新しい水力発電所を建設することは、貯水池となる地域から住民を移転させる必要があることを意味します。ブラジルのサンパウロは人口 18 百万人で、南アメリカで最大の工業集積地です。5 百万人は低所得層に分類されます。サンパウロの電力供給は、ほとんど低価格の水力発電に依存しています。そして低価格の電力は新しい職業を提供し生活水準の改善に役立っています。

内陸舟運は大量物質運送において最も燃料消費が少なく、かつ汚染物質、排出の少ない形態です。長距離運送の場合は、運搬船（台船）による水運に比較し道路運送は 10 倍、鉄道は 5 倍の燃料がかかります。

しかし、舟航できる河川は少なく、早瀬、浅瀬あるいは河川の水速の速度が速いなどの自然障害は閘門、ダムあるいは制御構造物などで解消しなければなりません。内陸舟運は、温室効果ガスの排出を減少させ、地球温暖化を世界的規模で軽減しているのです。

親船（押し船）は一列に連結された運搬船群を押します。一列は小さい運河で 4～6 船、大河川では 40 船以上 9 運搬船で構成されています。一列に連結された運搬船群が閘門を通過する状況が次の写真に示されています。



大量の荷物を積んだ舟が水路の閘門とダムを通過

◎ 39 (ページ 64 参照)

ダムと環境

12

世界を通じて第二次世界大戦後の経済回復は、世界の最大ダム建設時代を含む社会基盤システム分野における驚異的成長により成し遂げられました。ダム建設は 1970 年代にピークを迎えました。この経済成長と建設が続き、世界の人々はこの成長のために支った環境の価値に気が付くこととなりました。現在、人々は経済価値と水資源プロジェクトのため失われる環境価値のバランスに留意するようになっています。そして地域における人々の間の便益の均衡にも留意するようになっています。人々は水資源開発と管理は、局部よりも流域全体でなすべきと考えるようになりました。



1997 年、国際大ダム会議は環境問題についての考察、アセスメント及び軽減方法についてのガイドラインとなる「ダムと環境についての現時点の見解」という本を出版しました。その本で次のように述べています。

「自然環境とその危機的状況を深く理解することとなったことは 20 世紀における最も重要な進歩の 1 つである」

今日、我々はダムの影響による環境インパクトを減少させつつあります。多くの国でダム建設地点を選定する際、もちろんダム建設をする場合、運営する場合を含め、ダムが自然と環境に与える可能性のあるインパクトを考慮し、軽減する計画立案を求める法制度をつくっています。これらの予測値を真剣に考慮し、多くの対策が積極的に実施されています。

各国にとって最終目標は、経済成長と人間にとって必要な水のある清潔で健康的な流域をつくることです。この目標は、その地方や地域の要求に合致するよう作られた総合

的水資源管理計画を尊重することと全く同じです。水管理は水質と水量の両方の要求を達成することでなされます。環境保全は新プロジェクトにおいて現在する状況を維持し、あるいは回復するなど、影響軽減と環境保護を行うことにあります。

12.1 環境保全と環境改善

流域内で水資源の管理を行えば自然の水循環に変化をもたらします。その変化の大きさは、開発が行われる地域の大きさや自然条件及び開発の規模によります。プロジェクトの計画において環境について考慮し、影響軽減策を実施することは非常に重要なことです。これには水没地の樹木の伐採、下流の望ましい水温及び水質を確保するための多段階の水位における放流、魚類と水生生物の影響軽減策の準備、生殖、遡上、降下などの生育環境など重要な時期において、下流部の流況を調節するための操作ルールの策定などが含まれます。新規計画あるいは改善計画において、環境の悪影響を最小化するためのこれらの各種方策と適切な位置が選定されることとなります。

ダムと環境



自然の生育
環境の保全
はダム計画の
一部です

◎40 (ページ64参照)

総合的水資源管理計画を強力に実施することにより、既存の貯水池及び今後計画する貯水池計画の環境保全と改善を図ることができます。

その地方や地域の要望に応じて、その計画は現在ある環境の保全、影響軽減、改善などを含むこととなります。環境の保全と改善を最大限に行う1つの例は、貯水池の水際の処理で貯水池への立ち入りを制限したり、上流部に放流口を持つ小さなダムを建設したりします。これは管理中に貯水池の変動が多い多目的ダムにおいて大変有効な方法です。貯水池の部分を生水植物や動物のための湿地として活用することには制約があります。こ

のため貯水池の水位変動に対処し、湿地を保護するため島々や小さなダム群が建設されます。貯水池上流端のダムは流入する土砂対策のためにも使用されます。湿地の機能を強化するため水際は複雑な形状につくられます。ヨーロッパ及びアジアでの数多くの事例で、これらの方策を組み合わせあるいは変化させることが行われてきました。

この方策の実施の一例は、ドイツの Bavaria の Rottach 貯水池に見られます。同様の環境影響軽減と改善策は世界中の事業で実施されています。



浅い水深
と湿地の
下流部の
風景



◎ 55 (ページ 64 参照)



◎ 56 (ページ 64 参照)

土砂の観点

河川は自然に土砂を運搬しています。河川が貯水池に流入すると流速が減少するため、土砂運搬能力が減少し、土砂堆積が生じます。

粗い粒径の土砂が最初に堆積するのに対し、微粒の粘土やシルトは貯水池の深い水深の部分まで運ばれます。大部分のダムではダムに流入土砂のほとんど 100% が堆積しますが、ダム建設後 50 年あるいはそれ以上経過した頃、堆積問題が顕在化してきます。それはダムが土砂堆積することを想定して設計してあるからです。

ダム建設数は 1960 年代から 1970 年代に急激に増大したので、現存するダムの貯水容量のおよそ 45% は、今後 20 年間以内に深刻な堆積問題に見舞われることになります。現存する大部分のダムは、2065 年までに貯水容量の減少について深刻な問題に見舞われることになります。

土砂堆積率は地震が多い地質的に活動が活発な地域において非常に大きいことがわかっています。しかし、土砂堆積問題が最も深刻なのは、土砂堆積率が大きくかつ流域面積が大きい半乾燥地帯の貯水池なのです。農業、自然林の人工林への改造、乱伐、過度の放牧、さらに洪水時の水を利用した人間活動などが流域の浸食をもたらす主原因です。

ドイツ
Rottachダムで
貯水池の上流
部に独立した
池と湿地を
造成



生態系保全
のため完成し
た池と湿地の
空中写真



◎ 57 (ページ 64 参照)

土壌の浸食と貯水池での堆積を少なくするため、我々は技術を適用するとともに流域管理計画のような規制を行う必要があります。一番良い解決策は貯水地内への土砂の集積を少なくすることです。

- ・小ダム（河川流域に比較して相対的に）を土砂運搬してくる河川に建設。これらのダムには低位置に車を必要に応じ、洪水時に堆積した土砂を放出する水門を設置する必要があります。
- ・土砂流出量が少ない又は小流域の谷に小さなダムを建設し、そこに堆積させる。各ダムには例えば今後 50～100 年間の土砂堆積に対する必要容量を設置する。

いったん堆積し固結すると、それらを機械によって経済的に除去、他の場所に保管することは大変困難です。堆積により失われた貯水容量を掘削により回復するよりは、ダムを高上げする方が多い場合が多いでしょう。ダム直下の河床は、土砂が貯水池内に堆積するので、ダム下流部に流入する支川の大きさにもよりますが、必ずといって良いほど河床低下を起こします。

将来を見つめて—21世紀のダム

13

現在世界は、経済発展はもちろん社会及び商慣行が大きく変化しつつあります。経済発展はかつてない人口増加に伴って国際化が進み、かつ技術が進歩し通信技術が発達した結果です。同時に、多くの地域では不注意な水使用により環境汚染を加速させています。

2005年の国連世界サミットにおいて2015年までに貧困の解消、教育の向上、健康増進、戦争中止及び環境の持続性確保を成し遂げる8項目の今世紀開発目標（MDG's）が提案されました。今世紀開発目標は[www/un.org/millenniumgoals](http://www.un.org/millenniumgoals)で見ることができます。国連では世界の水資源の管理は今世紀開発目標の全ての目標を達成する上で重要な要素であると述べています。国連は世界の水資源の管理において、ダムと貯水池は重要な役割を引き続きになうと認識しているのです。

世界は発展を持続させるために、家庭用、農業用、発電、洪水調節のための大量の水を必要としているので、多目的ダムは最も現実的な選択です。不足分を補うため太陽光、風力及び地下水の活用も必要ですが、これらは代替物としては必要な量を供給できません。自然保護は絶対に必要なことですがそれだけでは駄目なのです。

ダムと貯水池及びその他の方法により、流域単位で世界の水資源を効率的に管理することは、現在及び未来の人々を支えるために非常に重要なことです。そしてこのことは、発展途上国及び世界の広大な乾燥地帯において特に重要です。

水管理を流域全域にわたり計画することは、水供給及び他の便益を最適化する上で重要です。ダムは社会に十分な便益をもたらしますがさまざまな次のような影響ももたらします。

- ・ 水没地の人々の移転
- ・ 社会、経済的影響
- ・ 環境への影響
- ・ 土砂堆積
- ・ 安全性

未来への挑戦は、各国が社会・経済発展の目標の一部として水資源の賢明な管理のため、地下水、気候、環境及び土地利用とともに、流域内のダムと貯水池の賢明な利用を図ることなのです。

13.1 ダムと貯水池の計画課程

流域とは水文学的に定義されるもので、国、政治、社会や経済的領域などを越えて、水資源や生態系などの計画・管理に使用される基本的な要素です。水資源開発計画は、個別事業の積み重ねよりは、流域単位の計画で実施されるべきなのです。

市民参加の目的は、ダム事業とその展開が公共の必要性和関心事に対処するものであることを確認することにあります。良い市民参加協調とは、提案された計画を広く周知すること、公共の必要性和関心事を理解すること、決定前に市民と協議すること及び市民の見解を考慮することにあります。

すべての計画過程における検討は市民参加、市民との共同実施及び市民との協調を組み合わせたものです。このことは特に検討事項、可能性や問題点が明らかになる計画の初期の段階で重要ですが、計画過程のすべての段階で行うことが必要です。計画初期における市民参加は、問題点やその可能性の特定に役立つばかりでなく、計画や意志決定過程において市民が彼らの関心事項、考えや提案について発言する市民参加とその機会を広く与えることとなります。

初期段階における早くからの市民参加での会議に基づき、計画立案チームは計画過程における市民参加の領域をどの範囲にするか、そして市民参加を積極的に進めるための適切な戦略を決定します。検討事項に対し関心がある、あるいは関心を持つ可能性のある人が関係し、かつ良い市民参加が行えるような戦略を決定することが重要です。この作業は住民と事業者の参加した繰り返しの多いものであることを理解することが重要です。さらに詳細な情報が必要となったり得られた場合、既に実施した段階にさかのぼって再び作業を行うことが必要となる場合があります。

この6つの段階は理解を容易にするため連続した形で示しましたが、通常はある段階が数回起こったり幾つかの段階が同時に起こったりします。ダム事業が成功するためには、すべての関係者からの要望が受け入れられた良い計画が立案されることが必要なのです。

13.1.1 市民参加と協調

市民参加と協調の目的と目標は、計画過程において公的機関の見解と情報について十分な考慮が行えるよう、公的及び私的企業との情報交換の手段を持ち、それを維持することにあります。その計画過程は、流域内にあるすべての資源について考慮するシステム的かつ総合的なものです。その結果に基づき貯水池の規模と位置は最適なものが決定されます。

ダムと貯水池計画が立案されると、その地域の詳細計画の策定が開始されます。ダム計画に対しては経済的、社会的及び環境的価値が確保されるよう十分な努力がなされます。生態系の回復はダム計画における主要な環境への考慮事項の一つです。あるプロジェクト及びダム計画において、その詳細計画は次の6段階より構成され、それは問題点を見つけ解決していく構造となっています。それによって健全な意志決定ができる合理的な枠組みができるのです。この方法は他の大規模なプロジェクトに適用が可能です。

段階1 検討事項、問題点及び可能性の抽出

段階2 現況と予測条件の把握

段階3 代替計画の選定

段階4 代替計画の評価

段階5 代替計画の比較

段階6 要求に最も合致する計画の選定

プロジェクトの成功は、これらのすべての段階の内容を確認し達成するか否にかかっています。各段階において事業計画者、財務担当者と技術者が1つのチームとなって作業を行うことが重要です。

その戦略は個々の検討について、その方向性や問題の複雑性を反映したものとなるはずですが、計画過程における主要な市民参加活動は検討の開始、関係者の特定、検討方向について広報することです。一般市民にとって重要なことは検討されている代替手段について知り情報を得ることです。

将来を見つめて 21世紀のダム



計画の最終過程で、市民参加の成果は選択された代替手法、その計画と施工のスケジュールとして公表されます。

13.2 ダムと貯水池の計画と社会・経済の関係

国の経済発展計画においては主要な成果が必要です。そのため経済発展計画の中に大規模なダムと貯水池の計画及び建設が取り入れられることとなります。事業は地域経済を潤しますが、もしも計画段階の早い段階で知らされなかった社会的側面があると、それは社会に影響を与えることとなります。地域住民及び地域社会の移転計画は、移転者のみならず農学、かんがい、森林、商工業などへの影響も考慮したものでなければなりません。適切な補償と貯水位以上の高地への住移及び人々と経済活動のための地域社会の再構築は、事業予算のうちで主要な部分となっています。

熱帯地域においては衛生問題も議論する必要があります。貯水池は水に関連した病気を伝染させるのに都合のよい環境をつくり出す可能性があります。

主要な予防手段は、貯水池周辺の人々に対する衛生健康管理計画の実施と伝染病を媒介する昆虫類の生育を妨げるため、貯水池の水位を変動させるなどの適切な操作ルールの策定です。

要約すれば、ダムの最も重要な目的の一つは、直接影響を受ける人々と適切にダムによる便益を分けあうことなのです。

13.3 流域における総合的水管理の必要性の増大

適切な場所で必要な量と質の水を利用できることは、社会的かつ経済的發展をとげて、世界の増大する人口を支え、また発展途上国を支援する上で非常に重要な要素です。適切に計画、設計、建設そして管理されたダムは、我々の水及びエネルギー需要を満たす上で非常に重要な役割を果たします。淡水の主要な供給源は降雨です。



生育環境としての信頼できる湿地を確保するため一定水位を保持します

© 41 (ページ64参照)



© 42 (P. 64)

干上がった河川
水管理の必要な
例です。

◎ 42 (ページ64)



© 43 (P. 64)

年間を通じて
必要最小量の水量
は確保されている
河川の例

◎ 43 (ページ64)



© 44 (P. 64参照)

工業発展の例
大規模な紙・
パルプ工場

◎ 44 (ページ64参照)

ダムと世界の水

将来を見つめて 21世紀のダム



我々は世界を通じて水循環は変動するものであり、その変動は予測できないことに注意する必要があります。この水循環の変動に対処するため、我々は利用できる淡水を効率的に管理する必要があります。

増大する需要に対して、貯水池内の水を上手に管理することが重要です。ダムと貯水池は水を貯水し、不足する時には必要量を供給することができるので大変有効な施設です。簡単に言えば、ダムはほとんどの年において河川の水が枯渇しないよう水を供給してくれるのです。流域における総合的水管理の目標は次の通りです。

- ・ 水供給の安全度の向上
- ・ 河川内の水質の向上
- ・ 環境の向上

そのため従来の水供給、かんがい、舟運、水力発電及びレクリエーションなどの目的の水資源開発の手法は次の項目を含むよう拡大される必要があります。

- ・ 水質
- ・ 水質の管理（洪水と渇水）
- ・ 土砂制御
- ・ 気候への影響
- ・ 土地利用規制
- ・ 地下水管理
- ・ 環境保全と改善

13.3.1 流域における即応型水管理の必要性

流域における水管理では、家庭用、農業用、工業用の需要に対処するよう、貯水池より最適な放流を実施することの決定ができるよう、重要な情報の収集と評価が必要です。例えばガソリン 3.8 ㍓（1 ガロン）を精製するのに 38 ㍓の水が必要です。増大する水の需要に対処するため、迅速正確でかつ信頼できるデータ管理システムが求められています。

これらの迅速な意志決定は、データの観測と即時収集、および天候と河川流域のモデル化と予測によって行われます。これらの決定は次のような項目に関連しています。

- ・ 河川内の水質
- ・ 渇水と洪水の管理
- ・ 洪水時の危機管理についての計画と対応
- ・ 地域社会による土地利用計画
- ・ 流域内の既存ダムの操作の変更（貯水と放流）
と今後必要なダムについての計画

このシステムには次の事項が必要です。

- ・ 流域の即時データ収集についての広範囲なネットワーク
 - ・ 信頼できるデータベースの作成
 - ・ 流域についての数値モデル
 - ・ 詳細な地図
 - ・ 高速度で信頼できる電子計算機システム
- 流域のモデル化はこのシステムでは特に重要です。

その中には水文学的データ、貯水データ及び水理システムが含まれます。成果は便益を最大にし、被害を最小にする各種の方策と貯水池の適切な操作方法についての予測という形で示されます。

13.4 将来のかんがい

農業生産により増大する人口を支えることができるようにするため、世界のどこでもかんがいは必要となります。先進国の人々は繁栄を楽しみ、豊富な食糧を得ていますが、世界の半数の 30 億人あまりの人は食糧不足で生命の危機に貧しています。またこれらの人々は安全な飲料水を得ることができません。

水の管理とかんがいの効率性は将来重要な役割を持ちます。かんがいが成功するためには植物の成長時期を通じて信頼できる水の供給が必要です。かんがいに使用される水量を最適化するには水路の損失防止、観測及び監視と制御システムの向上が必要です。

水溶性肥料の使用で、一定面積
からの食糧生産は増大させる
ことができます。

水が余っている
ときに使用に
備えて貯水池
に貯水する
ことは、信頼
できる水供給
を可能とする上
で最も重要な要素
です。



水管理の合理化
と水溶性肥料の
使用で食糧は
増産出来る

13.5 将来の水力発電

現在世界の発電量の20%は水力発電であり、再生可能な電源であるため、世界の各地で水力発電所の建設が進められています。

ある国の水力発電可能量は、年降水量、河川の形状、そして地形（丘陵か山岳か）によって算定されます。しかしその可能量のすべてが利用できるわけではありません。地形その他の条件が良くなく、あるいは経済や政治的制約により技術的にダムや発電所を建設できない場所があるからです。その国の予算で他の優先部内に支出せざるを得ない場合や、土地を他の目的に使用せざるを得ない、あるいはそこに多数の住民が生活している場合などです。

中国の長江に
建設中の
三峡ダム



現在技術的に可能性のある建設場所の大部分は、アフリカ、アジア及びラテンアメリカにあります。これらの地域ではしばしば経済的制約があります。しかし水力発電が実施されたあるいは、計画されている国は約180国に及びます。現在水力発電可能量の開発を積極的に進めている国は中国、インド、イラン、ブラジル及びトルコです。

最大の水力発電所はイタイプ（Itaipu）ダムで、14,000MWを発電する能力があり、ブラジルとパラグアイの間を流れる河川に建設されました。建設中で最大のものは中国の長江の三峡ダムです。2009年に完成予定で、18,200MWの発電に加え、洪水調節と舟運に供されます。これらは例外といって良いほど大規模ですが、中規模の水力発電所とダムが世界各地で何百とあります。

多くの国では国あるいは地域レベルで送電体系を持っています。水力発電所はこの体系に電力を供給します。隣接する国同志で送電体系が結がっている場合も多く、ある国の水力発電としての水資源が他国の電気供給を助けています。時には二国間で、ある国が他の国から電力を購入する合意を結び、隣国の財政と電力資源の開発を援助することがあります。例としてタイがラオスから、インドがドータンから電力を購入しています。各例ともある地域の電力分布状況に基づいています。

“小水力開発”も世界的に見て重要な役割を果たしています。小水力開発は通常非常に小さいダムの建設で良く、従って建設費が安く、辺鄙な場所の孤立した地域あるいは小さな集落、時には国内の送電体系からはずれた地域にも電力を供給することができます。小水力はある場合には他の目的のために建設されたダムに併設されています。

スロベニア国境に近いオーストリアの Mus という緩い流れの河川では数ヶ所の小落差の小水力発電所があります。

将来を見つめて 21世紀のダム



イタイプダム
2006年時点で
世界最大の水力発電
所でブラジルと
パラグアイの
国境にある

◎ 45(ページ64参照)

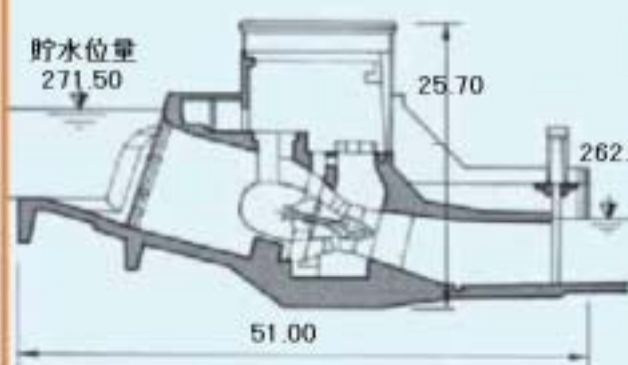


水力発電所内
の発電機

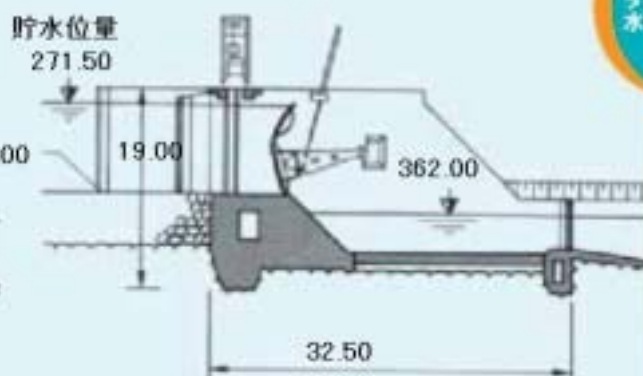


Gabersdorfダム
オーストリアの
Leibnitz周辺にある
水力発電の例で
落差8m、発電能力
14.5MW

発電所断面図



ダム断面図



Gabersdorf
ダムの詳細図
水車とラジアル
ゲート

13.6 将来の洪水調節

過去と同様に、世界の人口のかなりの部分は河川の近傍に住み続けるでしょう。そうすると既存ダム及び新規計画、設計及び建設ダムの洪水調節機能の最高化が求められます。

洪水調節ダムの計画は流域単位で予想される降雨量と人口増加を考えながら実施されることが重要です。

フランスの
Rochemaureダムに
よる洪水調節により、
洪水が堤防を越える
ことを防ぎます。



◎ 46 (ページ64参照)

洪水調節計画の安全度向上の一環として、政府は気候変動と治水安全度の見直しを行う必要があります。世界中の多くの場所で治水安全度は向上させる必要があります。さらに氾濫原及びその周辺の土地の利用規制を実施する必要があります。

気象予測は世界のほとんどの場所で気象変化が急速に進行しているので困難になります。

このため気象レーダーで降雨を

観測すること、流出

モデルと電子計算機

による予測を利用

することにより、

即時にダムからの

放流量と流域

内の河川の状況

を予測すること

が可能となりま

す。以上が流域内

の即時型水管理の一例です。

河川水位と
流量を即時に
観測する
自動水位観測計



降雨の強度と
場所を予測する
気象レーダー

将来を見つめて 21世紀のダム



13.7 将来の内陸舟運

世界の経済成長が続けば、原料、材料の輸送とともに製品の輸送も伸びます。石油価格の上昇が輸送手段に影響を与えることとなります。内陸舟運は最も安価で環境汚染の少ない輸送手段です。内陸部の水路輸送の最も良い点は長距離かつ大量の原材料を効率的に運ぶことができることです。通常閘門（ドック）を有した大河川では15隻の台船で1船団を構成します。この船団方式は大変経済的な輸送手段で、1船団で22,500 トンを移動させます。内陸舟運がいかに価格的に有利かを示す2つの事例を紹介します。

1 隻の能力

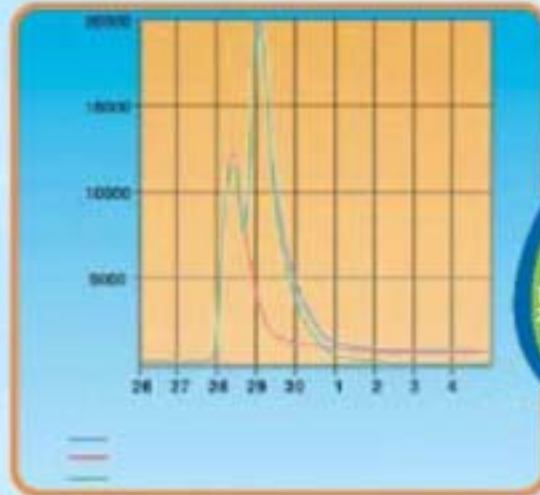
= 15 台の大型鉄道貨車

= 55 台の通常のトラック

1 船団（15 隻）の能力

= 貨車 4 台よりなる 21 本の列車

= 870 台のトラック



貯水池内の水理
量を正確に予測する
ため、雨量レーダと
水位計の現在値を利用
して計算した水文モデル



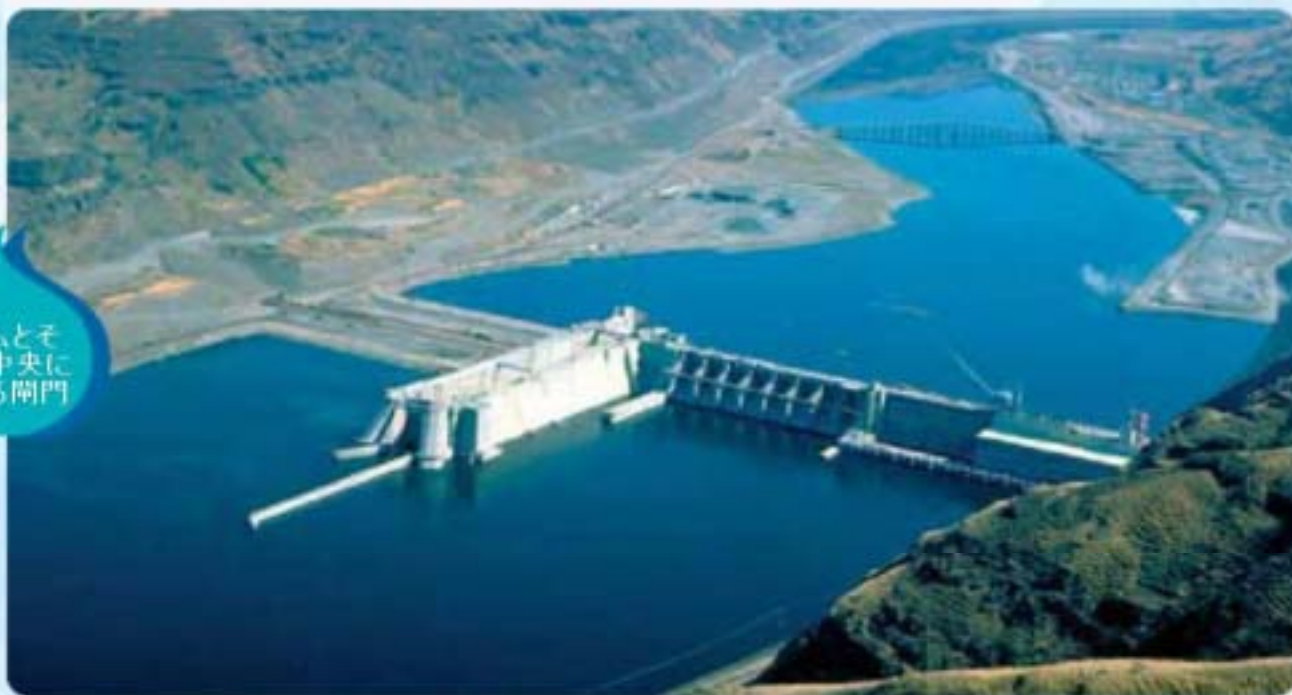
フランスの
Donzèreダム
下流部の洪水を
防止するため操作
されます。

© 47 (ページ64参照)

毎年内陸舟運を通じて輸送されている荷物が他の手段で行われるとすると、鉄道の貨車ならば6.3百万台、トラックなら 25.2 百万台が必要となります。市街地を通過している鉄道や高速道路は既に混雑していますが、さらにそれらの大気汚染が生ずることを想像して下さい。

大量の貨物を輸送する能力は石油消費効率を良くするのみでなく環境面においても優れているのです。平均して 1 ガロンの石油で 1 トンの貨物をトラックでは 59 マイル、鉄道で 202 マイル、船では 514 マイル運輸できるのです。河川を有する発展途上国では、その国の経済発展、計画の一部として内陸舟運の利用が必要となるでしょう。

ダムとその中央にある閘門



13.8 プロジェクトの便益と環境とのバランス

今日建設されるダム及び貯水池が社会及び環境に与える影響は、排除あるいは軽減させる必要があります。現在、管理中のダムの操作を再検討し、必要ならばそれが環境に適合するよう変更しなければなりません。ダムと貯水池は環境を改善・維持するようあらゆる努力を払う必要があります。

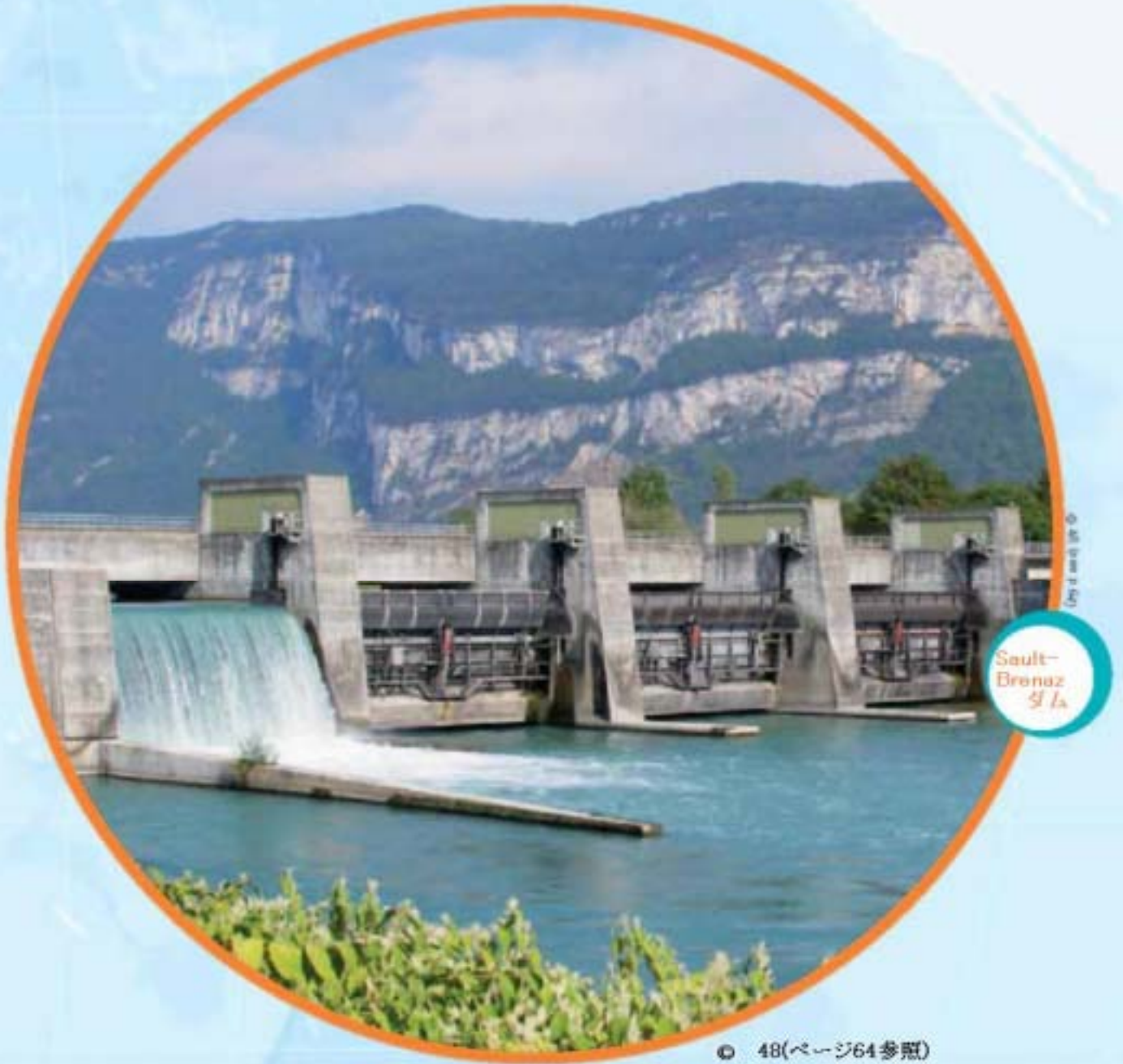
今日水資源問題の専門家は、工学や安全問題のみならず環境問題も検討するよう義務付けられています。計画立案者や技術者の多くは国際大ダム会議（ICOLD）の会員であり、その業務の責任範囲には環境が含まれています。

ダムの計画、設計と建設には計画、工学、環境及び社会科学などの多くの分野からの技術者や専門家からなるチームが関与しています。

最近の水資源開発においては次の事項が検討されています。

- ・ ダムと貯水池計画においては流域全域とその生態系保全を考慮したシステム計画が必要であること
- ・ 最も効果的計画、その実施及び管理を行うため、関係者から合意を得るため協議を行ったり情報を得ることが必要であること
- ・ 計画の最初の段階から、経済的便益に加え自然環境、社会状況に加え環境を考慮すること
- ・ 多くの国では計画の概念立案の段階で環境影響についての公的な認識が必要であること（いわゆる計画アセスメント）
- ・ 事業のあらゆる段階で環境の保護と改善が必要であること

将来を見つめて 21世紀のダム



Sault-Brenaz
ダム

© 48(ページ64参照)

- ・ 大規模ダムに対する便益と環境影響軽減のための費用の厳密な解析が意志決定者に重要な情報を与えること
- ・ 現在あるダムと貯水池への環境影響を観測し予測することより、本当の影響は何であるかをより良く理解できること
- ・ 注意深い計画と実施により、事業により移転を余儀なくされた住民は、その事業の便益をまず最初に受けることができるはずであり、またそうでなくてはならないこと
- ・ 現在ある多くのダムと貯水池の環境的側面を研究することは将来の事業に重要な教訓を与えること



将来を見つめて 21世紀のダム

13.9 水資源についての広報と教育の必要性

現在の世界はあらゆる形のメディアを通じ、膨大な量の情報が入手可能な時代です。インターネット、出版その他の形のメディアは社会の知識と理解を得る上で重要なインパクトを持っています。世界の社会基盤施設の建設や補修、あるいはダムの利用やその必要性についての議論は世界的に起きている現象の良い事例です。

市民が水を世界の重要な自然資源であることを記憶することは重要です。世界の水の大部分は海に存在しています。地球上に存在する水のうち淡水はごく少量であり、人間が利用可能な割合は 2.5% です。地下水は広く使用されている資源ですが、揚水は地下水資源を枯渇させないように管理する必要があります。我々は、降水あるいは降雨で陸地に降る量はほぼ一定量で 19% ($110,000\text{km}^3$) であることを知る必要があります。

この量の内、 $62,500\text{km}^3$ (59%) が蒸発し $42,600\text{km}^3$ (39%) が流出し海に注ぎます。地下に浸透し、地下水となるのはわずか $2,200\text{km}^3$ (2%) です。世界が発展するにつれ流出している $42,600\text{km}^3$ のうち、幾分かを貯水池に貯め、年間を通じて使用することが重要になってきます。このことは 5,000 年以上前より行われてきた戦略的行為なのです。

世界の水に関連した挑戦や機会及び流域において貯水し、それを管理することについて知ることは重要です。市民はダムと環境との関係とともに流域において増大する水需要に対処し、洪水を防止する水管理におけるダムの便益を知る必要があります。

国際大ダム会議は、意志決定者、金融機関、環境保護論者やその団体、あるいは一般市民に正しい水使用の便益、とりわけ貯水池への貯水と適切なダム操作について信頼できる事実と情報を与えることのできる団体なのです。

環境影響の
軽減と改善は
河川生態系
保全に有効で
す
アメリカの事例



国際大ダム会議の 役割と世界の水

要約すれば、この本は水が世界を通じて文明を支える重要な資源であり、人間のための消費やかんがい用の淡水に利用できる量は極めて限られていることを示しています。世界のある地域では生命は水、洪水とエネルギーの需要と供給の不均衡によりおびやかされています。我々は水循環過程そして陸地に降る限られた量の降雨から、いかにして水を得ているかを見てきました。我々はこの限られた量が季節や地域によって不均等に分布していることを記憶しておく必要があります。水の需要と利用可能性については不均衡性があるのです。

歴史はダムと貯水池が 5000 年にわたり我々の文明を支える水を集め、貯水し管理することに成功したことを示しています。未来を見つめる時、我々は過去に学び、その知識を未来に反映しなければなりません。国際大ダム会議は 1928 年に創設され、現在 88 ヶ国の約 10,000 人の技術専門家が参加しており、世界のダムに適用されている技術指針と基準を提供してきた長い歴史を有しております。国際大ダム会議は社会に役立つ効率的、効果的かつ信頼できる水資源開発事業を行う必要な技術及び科学の進歩に世界的に重要な役割を果たしています。このことは水資源開発事業において社会、環境、財政及び操作が調和した工学的概念と技術指針を開発・推進することにより成し遂げられます。将来を見つめれば国際大ダム会議は

“ 世界の水資源の開発と管理において 将来の課題に対処できるよう準備 ”

しているのです。

この目標は、ダムとその関連技術や施設についての知識と経験を交換及び移転することにより成し遂げられます。この過程は長期間にわたる経験をもつ人から将来大規模な建設計画をもつ人に情報を伝達する上で非常に有効です。現在あるダムの安全を確保すること及び最も効率的にかつ経済的に管理することも重要です。このため国際大ダム会議というような大きな世界的組織が重要なのです。国際大ダム会議はヨーロッパと北アメリカなどで大規模なダム事業が始まった時期に創設されました。

将来を見た場合、計画過程は予想される便益とともに問題点を注意深く記述しなければなりませんし、悪影響は軽減されなければなりません。ダムの問題点と悪影響は早い段階で住民参加を経た上で、計画と設計を注意深く行うことにより軽減又は無くすことができます。適切な軽減の方法が、ダムと貯水池の計画と設計の早い時期に決定されれば、その方法は効率的にまた効果的に設計、建設及び管理に組み込まれます。

国際大ダム会議は世界中の水資源の開発と管理に必要なダムと付属構造物が安全で、経済的で環境に責任を持ち、社会的に受け入れられるものであり、操作と管理が信頼できるものであることを確実にしようと努めています。

ダムと貯水池は、地域の社会と自然環境と共存しなければなりません。将来挑戦しなければならないことは各国の社会・経済発展の目標の一部としての水資源をダムと貯水池により賢明に管理することです。

要 約

この本の最初の部分で、水循環の過程で水資源の量は限られたものであり、我々が利用できる淡水は少量であることを見てきました。我々は雨の大部分は海に降り、陸上に降る雨の大部分は蒸発又は河川に流出、さらに海に注ぐことを理解しています。このことはごく少量の水が地下水の涵養に役立っていることを示しています。このことは水を集め貯水し、年間を通じて河川に適切な流量を確保するよう総合水管理を行う必要があることを強く示しています。歴史は我々の先人が年間を通じ信頼できる水の分配を行うため、ダムと貯水池が必要であることを早くより気付いていたことを示しています。

過去と同様、将来の人類の福利は信頼でき断続的な水供給と密接に関連し続けることでしょう。世界の多くの地域で水不足は深刻になるでしょう。健康状態を改善するためと農業及び工業生産を増大させるため信頼できる水の供給が必要となります。

世界の歴史を通じて、ダムは文明を支えるため必要な水を貯水し管理する上で重要な役割を果たしてきました。現在、世界は未だ経験したことのない人口の増加を続けており、技術と幅広い通信の進歩の結果として道徳価値、商慣習及び生活条件が急速に変化しています。

15

同時に今まで我々の自然資源の不注意な利用や環境汚染を加速させてきた事態があります。世界の人口が経済成長と農業開発を伴いながら増大すれば水供給とさらに多くのダムが必要となります。

流域是水資源と環境を管理する基本的な要素です。それゆえ将来を見た場合、計画と開発は流域単位で行われなければなりません。水需要の規模が増大を続ければ、我々はその需要と個々のダム及び貯水池事業に最も良く適合するよう計画と実施における6段階の計画過程の手法を賢明に使用する必要があります。適切な市民参加と協調により、移転と事業便益の平等配分などの社会経済的問題は適切に解決されます。そして流域内におけるダムの適切な規模と位置が設定され建設されることが可能となります。このことは特に発展途上国において重要です。国際連合は、水資源は2015年までに貧困と飢餓を無くし、健康を増進し病気と闘うという目標を達成するために、極めて重要な要素であると認識しています。社会への洪水被害を軽減するために、既存ダムに加え新しいダムにおいて洪水調節容量を増大させることが必要です。我々はさらに多くのダムを必要としており、これらのダムと貯水池は、適切に管理することにより必要な量の水を供給することができる唯一の選択肢であることに注意する必要があります。

国際大ダム会議の 役割と世界の水



そして我々はそれらが環境に対して責任を持って操作されるべきであることを認識する必要があります。

環境は我々の存在にとって重要な要素であり、河川に関係していますから、貯水池事業は流域レベルで環境影響の軽減と便益を最適化するように管理する必要があります。流域における水管理の目的は、変化させないこと、すなわち現在ある水利用を犠牲にすることなく需要を満足させることにあります。水管理に関して重要な事項は次のとおりです。

- ・適切な河川の流量を確保する戦略の策定
- ・環境を損傷することなく都市用水と農学用水を満足させること
- ・水質を評価し改善すること

環境影響の軽減と保全を含む流域計画と水管理計画は、生態系を損傷せずに水供給、洪水調節、水力発電その他の便益を最適に行うための重要な事項です。総合水管理が成功するためには情報の即時収集、予報を可能とするため降雨と流出についての空間的分布の即時収集と、地域あるいは局部的な要求に合致させるために適用可能な適切な水質と水質を与えるモデルを組み合せることが必要です。

大規模なダムと貯水池及びその付属設備の計画、設計、建設、操作と維持管理が経済的、安全かつ環境に責任を持つためには先端技術の採用が必要です。過去がそうであったように、国際大ダム会議は計画、設計、建設、操作と維持管理のため最新技術を進歩させ続けます。国際大ダム会議の増大を続けている重要な役割は、ダムが社会、経済、便益を最大にさせながら、環境への影響を最大に軽減するよう計画、設計、建設及び操作されることを確実にすることです。このことが世界の水資源の技術的開発と管理を成し遂げる最良の道なのです。最良の戦略は流域におけるすべての水資源について考慮する市民参加を伴った賢明な計画過程を使用することです。ダムの問題点と良くない影響の可能性は、この計画過程を注意深く実施することで消失させることができるでしょう。

将来を見てみると、世界の水管理において先人達の成功経験に基づいて便益を得なければなりません。流域内の地下水と貯水池の両者について上手に使用計画を立てることは増大する水需要に対して最も適合する手法です。ダムと貯水池は大量の水と良質の水を地域の需要に合うよう供給するために今後も必要とされ続けるでしょう。



◎ 50 (ページ64参照)

この用語集の目的はダム及び水資源開発とその管理に通常使用される技術用語を定義することにあります。ここに示された技術用語は典型的なもので、その規模、所有者あるいは所在地にかかわらずすべてのダムに適用可能なものです。

アバットメント(Abutment)

ダム建設地点の谷の山側(岩盤)部分。アーチ式ダムの場合、圧力を受け止める適当な自然岩盤が無い場合、時としてコンクリートによる人工岩盤が造成される場合がある。ダムの左岸、右岸は特に指定されない限り、ダムを下流方向に見て左側を左岸、右側を右岸と呼ぶ。

エーカー・フィート(Acre-foot)

1 エーカーの面積に1フィートの深さを乗した体積の単位。

$43,560 \times (\text{foot})^3$ 又は $1,233.6\text{m}^3$ に等しい。

(訳者注: 日本では通常使用しない単位で m^3 を使用する。)

付属構造物(Appurtenant structure)

管理室、放流管、放流用トンネル、非常用洪水吐き、発電用導水管、水力発電所などダムプロジェクトのダム以外の部分。

水路橋(Aqueduct)

谷を越えるため建設された水路用の橋

岩(Bedrock) 1つのまとまった地質構成を成して存在する堆積岩、火山岩あるいは変成岩のいずれかからなる堅硬な塊状岩、層状岩あるいは鉱物脈をさす。S波速度は $2,500\text{feet/s}$ 以上を示す。

原石山(Borrow area)

岩石、砂利又は土などの天然材料をダム建設のために掘削する区域。

水路(Channel)

水を運搬するための自然又は人工の施設の総称。

仮締切堤(Cofferdam) 建設工事を河川水の無い状態で行うために建設現場の全部又は一部を囲い込むための施設。転流用仮締切堤は河川水をパイプ、水路、トンネル又は他の水域に転流させる。

転圧(Compaction) 材料中の密度を増加させ、空隙を減少させるために行う機械的な処理。

リフト(Concrete lift)

コンクリートを連続的に打設する際、水平打ち継目間の鉛直距離でフィート又はメートルで表示。

放流管(Conduit)

ダム内、ダム周辺又はダム下部を通過して水を放流するための閉水路。

コア(Core) フィルタイプダムにおける低透水性材料(又はその区域)。コアは中央コア、傾斜コア、パドル・クレイ・コア、転圧粘土コア、又は不透水性材料(区域)などと表示されることもある。

天端長(Crest length)

ダムの頂部(一番高い堤体部)に沿って計測したダムの長さ。

ダム天端(Crest of dam) ダムの一番高い堤体部。

(ダム下流端 Toe of the dam 参照)

ダム断面(Cross section)

ダム軸に直角方向の平面で見たダムの鉛直断面。

ダム(Dam)

貯水又は水を制御する目的で水、廃水又は水を含む材料を貯める能力を持った人工的な構造物。

- ・**アーチダム(Arch dam)** 水圧の大部分を兩岸のアバットメントに伝達するため上流方向に湾曲した線形を持つコンクリート、石造(メンソリー)又は木造のダム。
- ・**バットレスダム(Buttress dam)** 水密部分を下流側からある間隔のバットレス(控え擁壁)により支える構造のダム。バットレスは平板状のものや塊頭状のものなど多くの型式がある。
- ・**仮締切りダム(Diversion dam)** 水路や水流の水を他の方向に転流させるために建設されたダム。
- ・**アースフィルダム(Earthfill dam)** 全体積の50%以上が転圧された土より形成されるフィル型ダム。
- ・**フィル型ダム(Embankment dam)** アースフィルダムやロックフィルダムのように掘削した自然材料を使用して建設したダム。
- ・**重力式ダム(Gravity dam)** コンクリート又は石造あるいはその両者を使用し建設されたダムで、堤体の安定はその自重と内部強度による。
- ・**石造ダム(メンソリーダム(Masonry dam))** 主として、石、レンガ又はコンクリートブロックをモルタルで結合して建設したダム。表面だけを石造としたものは石造ダムとは言わない。



・マルチプル・アーチダム(Multiple arch dam)

上流面に連続的にアーチした構造を持つバットレスダム。

・ロックフィルダム (Rock-fill dam)

全体積の 50%以上が転圧された、又は投石された大礫、巨礫、岩片あるいは採掘された岩石で、通常 3 インチより大きいもので構成されたダム。

RCCダム (Roller compacted concrete dam) 通常の建設機械より運搬された水分の少ないコンクリートを、通常は振動ローラにより転圧することにより建設された重力式コンクリートダム。(訳者注：日本では独自の技術により開発した類似技術として RCD ダムが一般的である。)

転流 (Divert) 水路を切替えること。

流域 (Drainage area or catchment area) 河川又は流水の特定の地点に流れ込んでくる区域の面積 (平方マイル又は平方キロメートルで表示される)。

地震 (Earthquake)

断層沿いに蓄積された応力が急激に解放されることによって突然発生する地盤の変動あるいは震動をいう。

侵食 (Erosion) 川岸、河床、堤防、その他の土砂の表面が河川の流れ、貯水池内の波、風、あるいは他の自然現象で削られること。

蒸発 (Evaporate)

液体が空气中にガスあるいは蒸気の形で混合する変化過程。

肥沃土 (Fertile)

穀物を生産するのに最適な非常に肥えた土壌。

洪水 (Flood)

流域内に大量の降水があった結果、小川や河川の水面が一時的に上昇すること。その結果通常は冠水しない地域が氾濫することとなる。

設計洪水流量 (Flood, Inflow Design (IDF))

ダムその他の河道を堰止める構造物の破壊によって、下流部の人命、財産に損害を及ぼすことがないように、ダム本体や関連施設の設計、特に余水吐や放水路の規模決定、ダムの貯留量、ダムの高さ及び余裕高を決定するために用いられる洪水ハイドログラフのこと。

可能最大洪水流量

(Flood, probable Maximum (PMF))

検討している流域において、合理的にありうる範囲で最も厳しい気象条件と水文条件の組み合わせで予想される洪水。

氾濫源 (Flood plain)

洪水により冠水する貯水池や河川に隣接した区域。ダムの決壊や大規模な洪水により冠水又は影響を受ける下流の区域を表現することにも使用される。

洪水貯留 (Flood storage)

貯水池における洪水調節、あるいは自然河道における洪水流量増加時の氾濫域での一時的な貯留により、洪水の流量を制御したり流出を遅らせること。

基礎 (Foundation)

ダム構造物を支持している谷の地面。

余裕高 (Freeboard)

ダム天端と貯水面の最高水位との鉛直距離。

ゲート・水門 (Gate) 水を制御するための可動式装置。

・ラジアル・ゲート (Radial gate)

上流面が円弧の止水板を柱又は他の支持構造物にヒンジで取り付けられた部材で支持しているゲート。

・スライド・ゲート (Slide gate)

ゲートを支持する戸溝沿いにスライドさせて開閉するゲート。

発電機 (Generator) 電気を発生させる機械。

水位差・水頭 (Head)

2つの水面の鉛直距離 (フィート又はメートルで表示)。

貯水位 (Headwater)

ダム直上流における水位。水面の高さは流入の際の諸変動やダムからの放流量によって変化する。

水文学 (Hydrology)

地球上の水の存在、分布、移動と性質及びそれらと環境との関係を扱う地球科学の 1 つ。

水文気象学 (Hydrometeorology) 気象と陸上表面における水文学的循環をその相互関係を中心に研究する学問。



計測装置 (Instrumentation)

構造物の挙動とその特性を示す値を評価するために使用する観測値を得るためダム内あるいはその周辺に装備した計測用の装置。

取水口 (Intake) 放流するための水路の最初の部分に設置される(発電用管路、放流用管路)。取水口の位置と規模により貯水池の水位が取水設備により最終的にどこまで低下させられるかが決定される。取水口の形状は、鉛直塔あるいは斜塔、朝顔型、潜水型、箱型などがある。取水口の高さは放流量に必要な水位差、土砂沈澱に必要な貯水容量、必要な放流量とその割合及び必要な最低水位によって決定される。

流域総合水管理 (Integrated water management in the river basin)

ダムの貯水量や日々の放流量の決定に際して、流域全体から見て最適になるように運用すること。各ダム貯水池は流入量や下流のニーズに応じて、それぞれ固有の運用計画を有するが、同一流域内の他のダムの運用計画と相互調整することにより最適運用が可能となる。

ダム天端長 (Length of dam)

ダム天端に沿ったダムの長さ。

低位置放流口 (Low level outlet)

通常貯水池をカラにしたり、堆積土砂を洗掘流出させたり、時にはかんがい用に使用される低い位置にある放流口。

メガワット (MW or Mega Watt)

電力を計測する単位。1 MW=1,000,000Wである。

気象学 (Meteorology) 大気と大気現象、気象、特にそれらによる嵐や降水を研究する分野の科学。

最低水位 (Minimum operating level)

通常の操作条件で低下できる最低の水位。貯水が利用できる最低の水位。

多目的計画 (Multipurpose project)

かんがい、発電、洪水調節、水道用水、工業用水、レクリエーション、漁業と自然環境などの2つ以上の組合せによる計画。単一の目的のみを目的とする単独目的計画に対比する用語。

放流口 (Outlet)

貯水池から河川に放流することができるようにするための開口部。

放流設備 (Outlet works)

貯水池から水を制御しながら放流するためのダムの設備。

最大流量 (Peak flow)

洪水期間中に発生する最大の瞬間流量。洪水流量曲線(flood hydrograph)の最大値に一致する。(立方フィート/秒、又は立方メートル/秒、 m^3/s で表示される。

ペンストック・水圧管 (Penstock)

貯水池と水力を利用するための設備の間の水圧を受ける管路又は柱状の施設。

可能最大降水量

(probable Maximum Flood (PMF))

可能最大洪水流量(Flood (PMF))の項を参照。

可能最大洪水流量 (Probable Maximum Precipitation (PMP))

ある時期に、ある特定の場所で、ある暴風範囲において物理的に可能な断続降雨時間における理論的に可能な最大降水量。

貯水池 (Reservoir)

ダムにより水が貯めることができる部分。

貯水池操作 (Reservoir regulation)

貯水池の貯留・放流操作のための基準、ガイダンス及び仕様書などの方法書。洪水調節図あるいは低水放流計画として、簡潔な説明のついたグラフや表として示されることもあり、これらはしばしばコンピュータプログラムにも組みこまれる。一般に、プロジェクトのすべての目的に対応するため、年間の様々な時期において求められるあるいは許容される、貯水池からの放流量の制限が示されている。

貯水池水際線 (Reservoir rim)

谷の両側に沿ったある貯水位の時の貯水池の境界。

貯水池面積 (Reservoir surface area)

ある貯水位にまで貯水した時、貯水池の占める面積。(平方マイル又は平方キロメートルで表示される。)

貯水 (Reservoir storage)

貯水池内に計画的に又は自然水路内を洪水流が通過する際一時的に氾濫域に水が流入することによる水の滞流又は流出の遅れ。(エーカー・フィート、立方フィート又は立方メートルで表示される。)



© 53 (ページ 64 参照)

・有効容量(Active storage)

発電、かんがい、洪水調節、水供給などの目的に利用可能な貯水池の体積。(有効容量の下限の水位が最低水位。)

・死水容量(Dead storage)

最も低い位置の放流設備より低い標高の部分に貯水されている貯水量で貯水池より導水することはできない。

・サーチャージ容量 (Flood surcharge)

有効容量の上限の水位と設計洪水位との間の貯水容量。

・非常用容量 (Inactive storage)

最も低い標高に設置された放流設備の呑口敷高と最低水位の間の貯水容量。

・利用可能容量(Live storage)

有効容量と非常用容量の合計容量。

・貯水池容量(Reservoir capacity)

死水容量と利用可能容量の合計値。

流域 (River basin or watershed)

単一の河川、河川の集合としての水系あるいはそれらの一部で河川水が流れ出してくる面積。

単一目的ダム (Single purpose project)

舟運単独のように単一の目的のダム。

傾斜 (Slope) 水平に対する傾き。

洪水吐き (Spillway) 貯水池より放流するためのダム堤体上のあるいは堤体を貫通する施設。水門施設のような機械装置により流れが制御される場合は可動式洪水吐きと考えられ、洪水吐きの形状のみで制御する場合、自由洪水吐きと考えられる。

洪水吐き能力 (Spillway capacity)

最高水位において貯水池より安全に放流できる放流設備の最大流量。(毎秒当たりの立方フィート又は立方メートルで表示される。)

洪水吐き水路 (Spillway channel)

下流へ洪水を放流するための開水路又は閉水路。.

越流頂 (Spillway crest)

洪水吐きの越流する部分の標高。

安定性 (Stability)

構造物や物体が、長時間作用する応力や応力解放に対して変形や滑動せずに対抗できる状態。

減勢池 (Stilling basin)

洪水吐き、放流設備などから高速な流れとして放流される水のエネルギーを、河床を洗掘から防止するため消費させるために建設された人工の池。

放流水 (Tailwater)

ダムから直接下流に流される水。水面の高さは、ダムからの流出の変動、下流側にある他のダムや構造物などの影響などによって変動する。放流水の急激な増加がダムの破壊の前兆となることから、放流水の監視が重要である。

ダム下流端 (Toe of the dam)

ダム堤体の下流面と地表面との交点。downstream toe とも表現される。ダム堤体の上流面と地表面との交点は、ダム上流端と呼ばれる。

地形図 (Topographic map)

自然および人工改変によってもたらされた、ある地域の地形について、相対的な位置と標高を一定の方法にしたがって詳細に図化(表示)した地図。

支川 (Tributary) 幹川又は主要水域に流入する河川。

トンネル (Tunnel)

地表に2又はそれ以上の開口部を持つ長い地下の掘削構造物で、通路又は流路として使用され通常は均一の断面を持つ。

堤体積 (Volume of dam)

ダムを形成している材料の全体積を兩岸のアバットメント間及び基礎から頂部までの間にわたり算定したもの。

流域 (Watershed or river basin)

(前出の流域訳文と同じ)

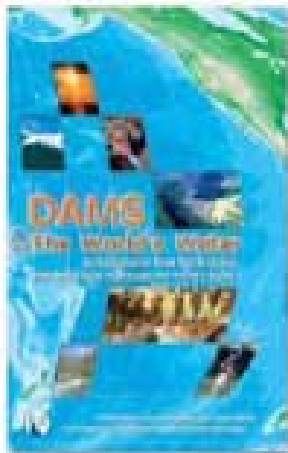
ダム流域という場合はダムより上流の流域。

(平方マイル又は平方キロメートルで表示される。)



© 54 (ページ 64 参照)

ダムと世界の水



DAMS & The World's Water

国際大ダム会議

© CIGB-ICOLD 2007



International Commission On Large Dams
Commission Internationale des Grands Barrages

151, Boulevard Haussmann - 75008 Paris - France

Tel: 33 (1) 40 42 68 24 - Fax: 33 (1) 40 42 60 71

www.icold-cigb.org

発行責任者

Mr. Michel de Vivo (Secretary General of ICOLD)

著者

国際大ダム会議広報・教育分科会

議長 Mr. Art Walz (国際大ダム会議副会長)

協力者 Mr. Andy Hughes (国際大ダム会議副会長)

Mr. Patrick Bonnet (国際大ダム会議フランス国内
委員会事務局長)

Mr. Gerrit Basson (国際大ダム会議堆砂分科会会議)

デザイン及び製作

Vlady France Consal - VFC

54bis, rue Louis Rouquier

92300 Levallois-Perret - France

Tel: 33 (1) 40 89 23 23 - Fax: 33 (1) 47 58 80 95

Layout: Benoit Lamy - VFC

Printed in the European Union

ISSN N°0534-8293 - Dépôt légal juin 2007

写真

Front cover: © DR, © pmphoto/Fotolia, © Guillaume Beuts/Fotolia, © Julian Owen/Fotolia

Inside pages: © Eric Martinez/Fotolia n°1,3 - © Guillaume Beuts/Fotolia n°4 - © Julian Owen/Fotolia n°5 - © Geoffrey Whang/Fotolia n°6, 40
© Kaldo Rulapa Gonzalez/Fotolia n°7 - © Rudy Van Der Wal/Fotolia n°14, 52 - © photo EDF n°15, 16, 18, 19, 20, 26 - © BRL i n°17
© pmphoto/Fotolia n°27 - © Philippe Aurou/Fotolia n°30 - Sören Platen/Fotolia n°32 - © Studios Villebannas n°34 - © Zastakin/Fotolia n°35, 37, 54
© Philipp/Fotolia n°38 - © Jennie Hall/Fotolia n°41 - © Emmanuelle Combaud/Fotolia n°42 - © Sean Mcadden/Fotolia n°43 - © Les quatre vents n°54
© Sandra Feinzel/Fotolia n°45 - © CNR n°46 - © Matteo Natale/Fotolia n°48 - © Michael Andrey/Fotolia n°49 - © photoeyes/Fotolia n°50
© Jonari/Fotolia n°51 - © Jolivi/Fotolia n°53 - © Mediatheque EDF n°2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 21, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 38, 44, 47 - © Landscaping
and publicity/Armin Rieg n°55, 56, 57

この本は、国際大ダム会議の広報・教育分科会のメンバーにより作成された。写真は、国際大ダム会議の図書館および参加
88ヶ国の中より提供されたものである。今日のダム (Dams in Today) より得られた情報は国際大ダム会議の「ダム登録」より
得られたものである。

References:

- ICOLD Position Paper on Dams and Environment, May 1997.
- ICOLD Position Paper on the Role of Dams in Flood Mitigation, 2006.
- ICOLD Paper - The Role of Dams in the XXI Century to Achieve Sustainable Development, 2006.
- ICOLD, Technical Dictionary on Dams - Glossary of Terms, 1994.

- ICOLD Bulletin 128, Management of Reservoir Water Quality - Introduction and Recommendations, 2004.
- ICOLD Bulletin 125, Dams and Floods - Guidelines and Case Histories, 2003.
- Dams, Dunn, Andrew, Thompson Learning, NY, 1993
- World Book Encyclopedia, 22 Volumes, 2006 Edition, World Book, Inc., Chicago, IL.
- The New Encyclopedia Britannica: Macropedia, 19th ed., 2005

訳者注

日本語訳は、広報・教育分科会のメンバーである坂本忠彦が行った。なるべく原文に忠実に訳したので、日本語として読みにくい部分、あるいは日本では通常使用しない用語もあるが御了承願いたい。また、大きな誤訳は無いと考えているが、微妙にニュアンスが相違する程度の誤訳はあると思われるがあわせて御了承願いたい。



ICOLD の各国の委員会

Albania	アルバニア	Dominican Rep.	ドミニカ共和国	Lebanon	レバノン	Russia	ロシア連邦
Algeria	アルジェリア	Egypt	エジプト	Lesotho	レソト	Serbia	セルビア
Argentina	アルゼンチン	Ethiopia	エチオピア	Libya	リビア	Slovakia	スロバキア
Australia	オーストラリア	Finland	フィンランド	Luxemburg	ルクセンブルグ	Slovenia	スロベニア
Austria	オーストリア	For. Yug. Rep. Macedonia		Madagascar	マダガスカル	South Africa	南アフリカ
Belgium	ベルギー		ユーゴスラビア	Malaysia	マレーシア	Spain	スペイン
Bolivia	ボリビア	France	フランス	Mali	マリ	Sri Lanka	スリランカ
Bosnia-Herzegovina	ボスニア・ヘルツェゴビナ	Germany	ドイツ	Mexico	メキシコ	Sudan	スーダン
Brazil	ブラジル	Ghana	ガーナ	Morocco	モロッコ	Sweden	スウェーデン
Bulgaria	ブルガリア	Greece	ギリシャ	Nepal	ネパール	Switzerland	スイス
Burkina Faso	ブルキナファソ	Guatemala	グアテマラ	Netherlands	オランダ	Syria	シリア
Cameroon	カメルーン	Honduras	ホンジュラス	New Zealand	ニュージーランド	Tajikistan	タジキスタン
Canada	カナダ	Iceland	アイスランド	Nigeria	ナイジェリア	Thailand	タイ
Chile	チリ	India	インド	Norway	ノルウェー	Tunisia	チュニジア
China	中華人民共和国	Indonesia	インドネシア	Pakistan	パキスタン	Turkey	トルコ
Colombia	コロンビア	Iran(Islam. Rep. of)	イラン	Panama	パナマ	United Kingdom	イギリス
Congo	コンゴ	Iraq	イラク	Paraguay	パラグアイ	United States	アメリカ合衆国
Costa Rica	コスタリカ	Ireland	アイルランド	Peru	ペルー	Uruguay	ウルグアイ
Croatia	クロアチア	Italy	イタリア	Philippines	フィリピン	Venezuela	ベネズエラ
Cyprus	キプロス	Ivory Coast	コートジボワール	Poland	ポーランド	Vietnam	ベトナム
Czech Rep.	チェコ共和国	Japan	日本	Portugal	ポルトガル	Zambia	ザンビア
Denmark	デンマーク	Korea(Rep. of)	大韓民国	Romania	ルーマニア	Zimbabwe	ジンバブエ
		Latvia	ラトビア				



International Commission On Large Dams
Commission Internationale des Grands Barrages
151, Boulevard Haussmann - 75008 Paris - France
Tel: 33 (1) 40 42 68 24 - Fax: 33 (1) 40 42 60 71

この本のコピーはICOLDのウェブサイトでできます。

ICOLDのウェブサイトを訪問して下さい。 www.icold-cigb.org