

氏名	江崎 一博 え ざき かず ひろ
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第934号
学位授与の日付	昭和51年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	貯水池の堆砂に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 芦田和男 教授 村本嘉雄 教授 岩佐義朗

論文内容の要旨

貯水池は治水・利水に大きな効用を果しているが、反面流域内における土砂収支に不均衡を与えて種々の障害をひきおこしており、堆砂とそれが与える影響の予測は現在非常に重要な問題となっている。本論文は、わが国主要貯水池の堆砂に関して詳細な実態分析を行い、さらに土砂水理学的な考察を加えて堆砂量と堆砂形状を予測する手法を開発し、実際の貯水池への適用性を検討したものであって、緒論、結論を含めて5章よりなっている。

第1章は緒論であって、まず、わが国における堆砂の現況とそれに関連して生じているおもな問題を事例にそくして説明し、堆砂現象の解明の重要性を指摘している。さらに、堆砂量と堆砂形状に関する従来の研究の概要を述べ、前者については土砂水理学的な考察がほとんど行われていないこと、また後者については実証的な研究が少ないことを指摘して、そのいずれも重視する本研究の立場を明らかにしている。

第2章は、わが国主要貯水池の堆砂の実態に関する研究をとりまとめたものである。まず、主要貯水池の堆砂資料に基づいて、比堆砂量（流域単位面積当りの堆砂量）の地域別・水系別特性について検討を加え、中部山岳地帯、西南日本外帯を流れる河川に設置された貯水池では非常に大きな値を示すこと、同じ河川に階段状に設置された貯水池群では、上流のダム堆砂の影響を補正すれば、比堆砂量はほぼ同じ値になる場合が多いが、流域が隣接する貯水池では河川の個々の特性によって必ずしも同じ程度にならないことなどを指摘している。また、堆砂形状について検討を加え、規模が大きく、捕捉率の大きい貯水池では、その形状はおもに流入土砂の粒度組成によって三つの基本型すなわち、Ⅰ型（頂部堆積層、前部堆積層、底部堆積層および密度流堆積層の各領域が認められる型）、Ⅱ型（頂部および前部堆積層が認められない型）およびⅢ型（頂部および前部堆積層のみの型）に分類されるが、捕捉率の小さい貯水池ではダム直上流部付近に厚く堆積する場合が多いことなどを述べている。さらに、貯水池に堆積した土砂の粒度状況についてボーリング調査資料をもとに検討を行い、上流に緩勾配の区間がある貯水池では掃流砂の流入が少ないこと、掃流砂、浮遊砂ともに流入している場合には一般には下流側が浮遊砂堆積区域、上流側が掃流

砂堆積区域となり 調査区域内では 最大径がこぶし大程度である場合が多いなどの傾向を明らかにしている。

第3章は堆砂量の予測法についての研究結果をまとめたものである。まず、土砂の生産流出過程について考察し、それに基づいて堆砂量予測法に関する著者の解析モデルを示している。すなわち、貯水池堆砂量の予測は流入土砂量予測と捕捉率予測の二つの問題になり、このうち流入土砂量には、流域の地形・地質および水文条件等多数の因子が関係し、その推定は非常に困難な問題であるが、これを土砂の流出過程からみると、主として流域の裸地、崩壊地等における水流の侵食作用によって生産流出するウォッシュ・ロードの成分と上流河道に堆積している砂れきが水流により輸送されるいわゆる河床構成物質の成分とに区別されるとしている。ついで、それぞれの流砂成分についての従来の研究成果をも参考にして輸送量に関係する因子についての検討を行い、ウォッシュ・ロードについては流量と崩壊面積率が、河床構成物質については流量、河床こう配および砂れきの粒径が支配的な因子であるとして、それぞれの因子と流砂量との関係を検討している。つぎに、捕捉率について、天竜川水系佐久間、平岡両貯水池を対象として検討し、Bruneの曲線の上限値がほぼ適合するという結果を得ている。ついで最上流に位置し、かつ規模が大きくて流入土砂の大部分が堆積すると考えられる全国の主要貯水池45カ所を解析対象として取り上げ上述の堆砂量予測の解析モデルの具体化を試みている。まず、解析対象の貯水池の現状を述べ、ついで水理因子としての貯水池終端における流量については貯水池の平面形状から集中型と分岐型に分けてそれぞれダム地点の実測値より流域面積比で換算推定すべきことを述べている。つぎに、従来の限界掃流式をもとに、貯水池上流河床に一般に見い出される程度の粒径と河床こう配に対して実用上のれきの流送限界を検討し、それがほぼ $\bar{Q}S=1$ (\bar{Q} :日流量, S :河床こう配)の条件に対応していることを示した。また流量頻度の検討から、河床こう配が $1/300\sim 1/400$ 程度以上の急こう配の貯水池では、この日流量以上の規模の洪水時に浮遊砂も大部分流送されると考えても差しつかえないとして、河床こう配が $1/300\sim 1/400$ 程度以上の貯水池について、上の条件に対応する日流量以上の洪水を対象として、堆砂量・洪水量比と河床こう配、崩壊地面積との関係を調べ、一次の関係を推定して多重回帰式により係数を求め堆砂量予測式を導いている。この予測式は集中型貯水池と分岐型貯水池のいずれに対しても実測値とかなりよく適合することが示されている。しかしこれらの堆砂量予測式は水流の流送力と流送土砂量との対応関係を前提としており、また、れき程度以上の流送限界に対応する規模以上の洪水を対象としていることなどにより実際には必ずしもこのような条件に対応せず、予測式ではかなり過大な値になる場合があることを実例を上げて説明し、予測式の適用に際しては貯水池独自の状況をも十分考慮すべきであるとしている。

第4章は堆砂形状について実証的な研究を行った結果をまとめたものである。まず、従来のおもな予測法の実際貯水池への適用性について、淀川水系世木貯水池を対象として検討を行い、堆砂形状がⅡ型に対応し、しかも断面変化の少ない貯水池では Area-increment 法は比較的適用性があること、掃流砂の河床変動予測法は掃流砂の堆砂についてはかなり実際の状況に近い結果を与えることなどを明らかにした。ついで、実際の堆砂資料の分析に基づいて堆砂形状の予測法を考究している。まず、堆砂量予測式の第1項(河床構成物質の流砂成分に対応する項)と第2項(ウォッシュロードの成分に対応する項)の大小関係によって三つの堆砂形状基本型のいずれになるかが推定可能であることを述べ、さらに最も一般的に認めら

れる堆砂形状Ⅰ型について検討を行い、少なくとも堆砂率が30%程度の段階までは頂部堆積層や底部堆積層の形状にかなりの共通特性があることを見だし、この結果をもとに、そうした場合の堆砂形状を予測する方法を提案している。

第5章では以上の結果をまとめて結論としている。

論文審査の結果の要旨

貯水池は、治水・利水の両面で大きな効用を持っているが、他方では、堆砂現象によって流域内の土砂収支に不均衡を与え、種々の障害を誘起する。わが国では、とくに1955年頃から大容量貯水池の築造が急増し、その影響は、現在いろいろな形で現われており、今後とも増大していくことが予想される。したがって堆砂の影響の予測とそれに基づく有効な対策は緊急の課題となっている。しかし、その予測法は現在必ずしも十分とはいえず、的確な手法の開発が望まれている。

著者は、こうした情況に鑑み、実際問題へ適用性の高い堆砂量と堆砂形状の予測法を開発することを目的として長年にわたって研究を行ってきた。本論文は、その結果をとりまとめたものであって、主要な成果は次のとおりである。

1) わが国における主要貯水池の堆砂資料をほとんどすべて収集して詳細な検討を加え、流域単位面積当りの年平均堆砂量の地域別・水系別特性や堆砂形状と粒度分布などの実態について多くの知見を得た。

2) 貯水池堆砂量の予測に、土砂の流出過程の考察に基づいた土砂水理学的な解析モデルをはじめて導入した。すなわち、従来の堆砂量推算式は既往の実績に基づいて統計的に導かれたものがほとんどであって、個々の貯水池の堆砂量の実態解析や将来予測に洪水流量の情報を導入することができなかった。これに対して、著者は、洪水による土砂の流出過程を考慮して、河道の水理量に支配される河床構成物質の流砂と主として崩壊地の多少および流量に支配されるウォッシュ・ロードとを区分して流出土砂を推算し、さらに捕捉率を乗じて貯水池堆砂量を予測するモデルを提案したが、これは個々の貯水池の条件に適用した予測を可能にするものとして注目される。

3) 上記の解析モデルは、貯水池堆砂の実態、貯水池の配置、土砂の流送限界などの分析に基づいて具体的に展開され、堆砂量予測式が導かれた。この式はわが国のほとんどの主要貯水池についてその適合性が検討され、大部分の貯水池についてかなりよく適合することが確認された。また、適合性の悪いものについてはその理由が考察され、適用上の問題点や注意事項などが、明らかにされた。

4) 実際の堆砂資料の分析に基づいて、堆砂形状を三つの基本型すなわち、Ⅰ型（頂部堆積層、前部堆積層、底部堆積層および密度流堆積層の各領域が認められる型）、Ⅱ型（頂部および前部堆積層が認められない型）およびⅢ型（頂部および前部堆積層のみの型）に分類し、堆砂量に占める河床構成物質の量とウォッシュロードの量の比率によっていずれの型になるかが推定可能であるとし、このうち、最も一般的に認められる堆砂形状Ⅰ型で堆砂率30%程度の段階までの貯水池について頂部堆積層や底部堆積層の形状にかなりの共通特性があることを見出し、これを用いて堆砂形状の予測法を提案した。

以上を要するに、本論文は、わが国貯水池の堆砂資料について詳細な検討を加え、その実態に関して多くの知見を得るとともに、堆砂量予測に土砂水理学的な解析モデルをはじめて導入することによって、実

測値によく適合する堆砂量予測式を提案し、さらに堆砂形状の予測法をも明らかにしたものであって、学術上、実際上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。