

埼玉大学工学部 正会員 佐藤 邦明

## はじめに

昨今、水資源に占める地下水の役割が各方面で再び問われているけれど、その一つの顕れは地下水のダム貯留化の構想であり、人工涵養である。特に、深層地下水の利用については過去から今日に至るまで、地盤沈下、堆積などの公害が利水に當止めをかけてきた懸念もあって、浅層地下水については地下ダムによる貯留、利用、深層地下水は人工涵養による強化・利用の考え方があるようと思われる。いづれの方角で地下水資源を考慮にしても、工学的・技術的にいくつかの問題があり、総合的な調査、研究を重ね、十分な検討を行うことが不可欠である。この事正踏めて、著者を含む研究グループで地下ダムに係わる研究をいろいろな角度から進めたのをここに概略報告する。

## 1. 地下ダム・人工涵養の概念・現状・構想

地下ダムの考え方は決して新しいものではなく、わが国では可知（昭和4年）の栃木県那須野原扇狀地の農業利水計画に端を発していると言われる。今日、言わせている地下ダムといふのはそれに対する統一的見解は必ずしもないようで、地下に何らかの人工止水壁を構築して水を貯留すると言うように受け取められている。したがつて、技術的に見て40~50m以浅の浅層地下水が利用の対象となるわけである。

人工涵養についてもその考え方は新しいものではなく、その目的や方法は別にして諸外国に多く見られ、わが国では井戸水法の該頃のではあるが、尼崎市武庫川（昭和26年）から知られている。人工涵養は元来水文学的に循環速度の遅い地下水を人為的に加速して利用するという立場上、利水上から水を貯留しておいて短時間に使うという立場がその考え方のようである。いづれにしても、わが国の人工涵養と外国のそれとは必ずしも同じ思想から生じていているとは言えず、その事情はいろいろである。

現在、わが国では地下ダムに関するては、長崎県諫島に作られており、小規模ではあるが、離島の水不足に寄与している。さらに、小形盆地、埼玉県深谷、神奈川県秦野、三島・福井平野なども含め、調査、研究が進められている。人工涵養については専ら井戸注水法によるものがわが国では注目されているようで、岸和田市、上越市では実際に利水の目的を達している。

## 2. 地下水資源の貯留形態と条件

上述した結果を踏えて、地下水資源の貯留という広義の立場から地下ダムの貯留機能、形態、条件について概念的に考えてみることとする。

水文地質学的に見て、利水を前提に地下水の自然・人工貯留は歩行くとも四つの形態が考えられる。それは、(1)地下に止水壁などの構造物を設けて地下水を貯留する形態、(2)構造物など人為的の工作物をがなくとも自然に貯留された形態、(3)地下水の人工強化による貯留形態、(4)上述(1)・(2)・(3)を併用した貯留形態、である。

周知のように、地下水の気圧水、地表水と大きく違う点はその運動速度、循環速度が遅いという事であるから、地下に水を貯留するという事は、すなわち、この運動速度、循環速度を人為的に操作することに結びつくわけである。したがつて、地下水の貯留という事を考える場合には少なくともこの運動速度、循環速度がどうかという事を調査、研究することがダムの容量を議論することよりも大切である。無論、技術的にはダムの容量や止水機能に対する水理学的・機械的・環境的要件を明確にすることは大切であるが、地盤、境界条件が正確に分かれれば計算方法は解決できるものと考えている。止水工による地下ダムの水理的機能を吟味する際には、導水層の拡がりと厚さ

・透水性・境界条件に対して、止水工自体の深さをどの程度にするかという事に最も注意を要めなければならぬ。  
・止水工の水理的效果はこれらの事より大きくも小さくもある。

地下ダムの貯留機能や形態は自然のサイトによって、大方決っているもので、このサイトをどう選択するかでダムに対する対処の仕方、有効性は限定されてしまうと言える。サイトの選択については、地形、地質、水理、水文条件でまずは自然条件については選定され、利水上の美と環境によって制約が加えられる。したがって、このような条件に適合する適地が我が国にどの程度の規模であるかで、地下ダム開発の可能性が決まる。

### 3. 制御・管理システムの概要

地下ダムが作られた場合に、上述のようにどの程度水が利用できるかは人為的な地下水の循環速度強化、自然循環速度と量で決ってしまうはずであるから、取水可能な量は一応算定できるわけである。しかし、このような根拠に基づいて算出した量をどのように取水するか、これは井戸で取水するか集水障壁にするかと言った事柄ではなく、どのよう程度の量をどこで、いつ取るかが水需供構造、配分と言った点から適切であるかを制御・管理システムの上で確立することである。周知のように、従来の深層地下水の利用の仕方で最も欠けている点はこの事であつて、要するに取水の仕方にシステム的な考え方がないわけで、取水が個々ばらばらであるから、システムも管理も無いわけで、科学的合理性はないといつても過言ではない。

地下ダムの制御、管理は少なくとも地下水の保全と環境への配慮が制約条件となり、その条件下で涵養を入力として、ダムからの水需要に対応した出力をいかに制御、管理するかである。この制御、管理の地下水保全と環境への配慮の最も基本となる量は水位、揚水量と地盤変動であつて、少々くじかこれら3つの量は制御、管理の前提として観測しておかなければ、地下ダムのシステム的な運用を図ることは出来ない。

筆者はこの事に因して、地下ダム地下流域に適切な観測点を配置し、観測点相互と取水施設とを一元化してシステム化して、水需要に対応した揚水量を流域全体で観測結果と制約条件の下で制御、管理するのが最も優れた方式であると考えており、地下水の制御、管理の基本形態であると思つてゐる。

志すび

地下ダムの貯留機能と制御、管理の事について、今まで進めてきた研究をごく概要的に述べたわけであるが、地下ダムは確かに有効な水資源開発の一端をもっている。しかし、ダムサイトの適地選択、水循環の把握、地盤水理、地盤探査技術、管理、環境の諸点が地下ダムの基本的な研究課題であろうと考る。これら技術的・実務的・社会的・経済的・環境的・文化的等に先行して大切なことは、地下ダムを水資源としてどう判断するかという事と地下水自体を法的にどう見るかの二点であつて、恐らくこれらは水資源の不足の度合とその認識の揺れで決まるものであろう。

このような事は地下ダムによる地下水利用のみではなく、従来の深層地下水の水資源についても言えることであって、止水工や涵養を人為的に施す程の違いはあっても、本筋的には差はない。

最後に、本研究は文部省特定研究「地下ダムの貯留機能と制御、管理システムの研究」(代表者 佐藤邦晴) の補助によって進められたものであり、埼玉大学岡本博士三等、事務局の各位、さらに文部省当局に感謝申し上げると共に研究分担者各位に深甚の謝意を表す次第である。

### 参考資料、文献

- ①建設省国土地理院、地下ダムの適用条件に関する研究作業報告書、昭和52年3月
  - ②日刊工業新聞、地下水の人工涵養、特集、施工技術、文部省、第7号、1976
  - ③佐藤 那明、地下ダムの貯留機能と制御、管理システムの研究、文部省特定研究報告書、昭和52年3月
  - ④" " " " " " " " " 昭和53年3月