

中国科学院綜合考察委員会資料

編 号:

密 級:

日本地下水资源利用与保护

综考会水资源室

一九七九年十二月

目 次

一、地下水基本概况	1
二、地下水利用状况	2
(一) 地下水利用的地区性特征	2
(二) 地下水利用现状	3
三、过量开采地下水出现的主要问题及其对策	4
(一) 主要问题	4
1. 地下水位下降	4
2. 地面下沉	4
3. 缺氧空气	5
(二) 地下水保护、利用的对策	5
1. 减少地下水开采量	6
2. 地下水利用合理化	6
3. 地下水法制的调正	8

日本地下水资源利用与保护

一 地下水基本概况

地下水资源的分布、数量、质量等要素直接受自然条件（地形、气候、水文等）及地质结构所控制。日本多为山丘地形，年降水量较高，为地下水补给创造了有利条件，但其国土狭长，除较大的平原、盆地以外，一般蓄水条件欠佳，形成地下水诸要素的时空分布不均衡，而使地下水出现多种类型。

日本的山丘主要由古生界变质岩系和中生界各种火成岩构成。丰富的地下水蓄存于溶洞及断裂带中，形成基岩裂隙水或局部喀斯特水。另外，在山麓地带还零散分布着第四系喷出岩所构成的平缓溶岩台地，其中地下水一般不足，只有溶岩台地的局部地段地下水较丰富。

日本丰富的地下水主要分布在新第三系以后的地层中。根据地貌、地质、地下水状况，可分不同区段简述如下：

低山丘陵区，主要由第三系火山碎屑岩、玄武岩、砂岩、页岩等岩层组成。其透水性中等，这里地下水虽较丰富，但富水不均，仍以裂隙水为主，其单位涌水量 100 立米/日一米。

丘陵、台地的边缘带及冲积—洪积扇的中上部，为第四系更新统砂砾石层及粘性土，其中含有丰富的承压水和潜水，单位涌水量 300 ~ 500 立米/日一米。

平原、盆地及冲积—洪积扇的中下部地带，沉积物为第四系全新统冲积—洪积层，岩性是砂、砾石及粘性土。其透水性良好。因而，含有丰富的潜水和承压水，单位涌水量 1000 ~ 3000 立米/日一米。

日本地下水水质，一般尚好。除深层水为 $\text{SO}_4\text{---Ca}$ 型。OI

— N a 型水以外，浅层水多为 $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ 型水。

二 地下水利用状况

(一) 地下水利用的地区性特征

日本对地下水的利用，也是经历了地下水天然露头泉的利用—掘浅井利用潜水—凿深井利用承压水的过程。

日本在利用地下水方面，由于地下水分布状况不同，反映了明显的地区性特征。

1. 利用承压水为主的地区：东北地方北部滨海平原、东北地方南部的山间盆地及滨海平原、北陆地方的滨海平原、关东平原、东海地方的滨海平原、大阪平原、濑户内海沿岸平原、有明海沿岸平原、阿苏火山等地。上述地区发育着第三系晚期至第四系厚层松散沉积物，其中丰富的承压水被开发利用。

2. 扇形地（包括台地化的古地形）发育在东北及中部地方的山间盆地，关东平原的周边地带，北陆沿岸，从近畿三角州地带到四国北部。上述地区潜水和河谷潜流被广泛利用。

3. 砂丘、海堤发育的日本海沿岸各平原，仙台湾沿岸、鹿岛滩、九十九里沿岸、远州滩沿岸、九州吹上滨等地区。这些地区旱地灌溉利用潜水较多。同时，为了保水的目的，曾采用塑料薄膜防渗田或挖掘下渗田等措施。

4. 九州和冲绳西南诸岛分布着火山岩、火山堆积物及石灰岩等，其中发育着裂隙水及喀斯特水。这里是利用裂隙水和喀斯特水的重点地区。

5. 日本的火山山麓地带，分布着水量丰富的泉水。在古代就被利用，近代则采用掘井开采地下水。富士山麓和阿苏山西麓等地区有深井群，特别是战后，这些地区开发地下水得到迅速发展。

6. 日本主要河流的下游平原地带，是水田、大城市及主要工业分布区。这里地下水被大量开采利用，由于利用量的增加，而产生了各种公害，应引起注意。

□地下水利用现状

日本每年的淡水总用量约 700~800 亿立米，其中地下水约 120~140 亿立米，占 16~18%。

按水的用途不同可分为工业用水、城市用水、农业用水及建筑用水等。以 1978 年为例其部门用水量如下表所示。

日本地下水利用状况
(单位：亿立米/年)

用 途	水资源利用 量(A) (及不 同用途的%)	地表水用量 (不同用途 的百分数%)	地下水用量 (B) (不同用途 的百分数%)	地下水所占 比 率 A/B (%)
工 业 用	120.6 (15.6)	71.0 (11.0)	49.6 (39.7)	41.1
城市上水道用	115.6 (15.0)	80.3 (12.4)	35.6 (28.5)	30.7
农 业 用	528.0 (68.5)	495.3 (76.6)	32.7 (26.2)	6.2
建筑物用等	7.0 (0.9)	— (—)	7.0 (5.4)	—
合 计	771.5	646.6	124.9	

(原载昭和 53 年度版环境白书 P. 293)

(引自地质调查所“地质”杂志，1979 年三期
P. 14)

根据资料，日本从 1960 年—1970 年十年间地下水用量增加 60 亿立米。1970 年不同用途的地下水用量所占比率分别为：占工业用水的 42%，占城市自来水的 24%，占农业用水的 6%
(因在干旱季节地表水不足时，地下水作为补充水源，近期为灌溉旱

田也打了一些深井)。若1970年与1978年用水状况相比,可以看出地下水用量,在工业方面正在减少,城市自来水则显著增加,而农业用地下水量仍保持在原水平。

三 过量开采地下水出现的主要问题及其对策

(一) 主要问题

随着日本工业、城市、农业的发展,各用水部门的需水量大幅度增加,地下水资源被过度开采,而出现了一些问题。

1. 地下水位下降

这个问题的发生是由于开采量超过天然补给量所造成的。此现象多出现在大工业区和大城市区,实为集中过量开采地下水所致。以东京为例,近年来东京最低地下水位降至-70米高程,而东京附近的地下水位,一般为-10米至-20米高程。

此外,因抽取天然气、建筑工程的大量排水也会引起地下水位下降。在沿海地带的工业区,因过度开采地下水,水位降至海平面以下,受海水补给的影响,使地下水含盐量增高的(地区)范围不断扩大。再者,近年来随着旅游事业的发展,温泉水用量增加,致使温泉的涌水量减少,泉温降低,化学成分发生变化。总之,因地下水位降低,长期得不到恢复,不仅影响到地下水的水量、水质和供水效果,同时得不断的改建抽水设备等,为此在经济上也造成损失。

2. 地面下沉

由于过度开采地下水,产生地面下沉的问题,在日本比较严重。因此日本对地面下沉特别关注。

根据资料,东京的江东区于明治末年已出现下沉倾向,从大正初期以来下沉急剧进行。1945年前后,由于战争和经济活动的减少,

地面下沉速度缓慢。但1955年以后再次出现急剧下沉。下沉地区不只限于东京、大阪等大城市，在新泻平原、浓尾平原也发生下沉现象。且具有向全国扩展的倾向。

根据1977年调查，日本全国地面下沉地区有34个都道府县的58个地区，涉及范围共有8,210平方公里（其中海平面以下地带966平方公里），超过了1976年31个都道府县46地区的下沉面积7,380平方公里。目前地面下沉严重地区有首都圈南部（年平均下沉量88~212毫米）、浓尾平原（年平均下沉是70~134毫米）及大阪府的阪神地区（年平均下沉是80毫米）、泉州地区等。

地面下沉地区的累积沉降量：东京南部江东地区1976年统计4.58米，沉降率0.15米/年。大阪最大沉降量2.85米，沉降率0.1米/年（名古屋为-1.4米，西宫为-1.6米，尼崎为-1.0米。）由于地面下沉曾引起地基基础破坏，桥梁、闸门、建筑物位移，排水不畅等严重后果。据地面下沉最重的东京，江东地区的统计，由于地面下沉造成的经济损失1961年~1970年十年内，平均每提水一方造成30日元的经济损失。

3. 缺氧空气

日本大量抽用地下水的结果—地下水位下降，使原来充满水的砂砾层中进入空气，由于地层在强烈还原状态下消耗空气中的氧气，而产生了缺氧空气。空气中一般含氧20%左右，当氧的含量小于10%时，发生昏迷，神志不清，若低于6%，则会呼吸急促或致死亡。日本曾在1973年桥梁工程、下水道工程建设中发生过死亡事件。因此，这方面也应引起注意。

（二）地下水保护、利用的对策

近年来，日本为了解决地下水利用不当所发生的问题，并从地下水资源保护的长远性考虑，已采取了一些对策和措施。

1. 减少地下水开采量

地面下沉及地下水位大幅度下降等问题，主要是过度开采地下水所致。因此，减少地下水开采量是最有效的措施。为此，日本在利用地下水最多的工业用水方面，采取了限制地下水使用量的规定及提倡确保代替水源，即以工业用水道或其他水源，代替地下水的对策。这样1970年开始使地下水用量保持在原有水平。根据“工业用水法”指定在15个地区重点实行工业用水道替换地下水的措施，代替水量约170万立米/日。今后应以地下水公害地区为中心积极进行。估计东海地区代替地下水量为160万立米/日。关东临海地区、东京都、埼玉县南部、千叶县等地代替地下水量已达70万立米/日，随着工业用水道的完善，估计代替地下水量可达75万立米/日。

推行此对策的结果，预计1985年地下水使用量为1600万立米/日，比1975年的地下水用量还要少。此外，在农业用水合理化的基础上，将剩余的水转向工业使用。再者，并通过下水、废水处理利用和海水淡化等途径，努力开辟新水源，以减少地下水使用量。这一对策的实行，目前已收到效果，有些地区的地下水位得到了恢复，有些地区（如东京湾沿岸、大阪市及四日市附近）的地面下沉有所缓和。

2. 地下水利用合理化

地下水是宝贵的水资源，今后对地下水应在优质、低廉的基础上，采取适量、安全、有效的利用对策，以保护地下水资源、防止地下水公害的产生。为此，日本正开展有关调查和研究工作。

日本通产省从1965年开始进行“地下水适正化（合理化）调

查”。其要求对调查地区的地质状况、地下水流动状况进行详查，并计算全区安全抽水量，制定地下水合理利用计划。调查之后，由当地企业、地方公共团体、有学识经验的人及通产省组成“地下水利用对策协议会”，根据调查结果，提出地下水开采利用的合理化建议和实施方案。该项调查已进行了45个地区，1979年将进行两毛（栃木）、丰川下游（爱知）、西幡（兵庫）三个地区的调查。此外，对浓尾地区也开展水文地质调查，以明确该区地下水的具休对策。

日本在地下水的保护和使用方面也进行了一些研究工作。如：

地下水利用与地下水位下降和地面沉降的因果关系，在定性方面较清楚，但定量上的彻底解决还在研究过程中。

日本对潜水补给量进行深入研究。据分析，潜水补给量平均1mm/日，若将补给量全部计算，则每1000m²只有1立米/日。因此，认为除了降水量比较多的山麓地带、透水性好的冲积扇、河水补给地下水的区段和人工补给地下水的地区以外，地下水使用量必须控制在每1000m²开采1立米/日的程度，按此折算，估计地下水允许开采量，相当于平原区多年平均降水的1/5左右。过去，东京都江东区农的地方，每平方公里每天开采3万立米，即相当于30mm/日，大大超过了补给量，所以这些地区发生了种种地下水公害，为了消除公害而花费了巨额投资。

日本科学技术厅资源调查会提出为考虑地下水保护和使用的界限，今后有必要进一步推动关于地下水情报的收集、地下水动态的预测和地下水评价等事先的调查研究。

资源调查会还提出“理想的地下水使用型态和体制”，在未开发区地下水管理，应按下列程序进行工作。

(1)地下水需要量的定量性预测

(2)地表水与地下水在时间上和空间上可能使用量的调查(储量和补给量)。

(3)地表水与地下水使用量,在时间上和空间上分配的确定。

(4)使用地下水引起地下水公害的预测(地下水位预测)。

(5)地下水区、地下水单元的管理。

上述工作,是最后建立水资源利用计划的依据。只有这样,地下水合理管理才能成为现实。

为了接近于地下水管理的理想状态,有必要在管理上创造法制的、经济的、行政的有利环境。管理实践和试行中要有“有错必改”的诚意,使地下水管理趋于完善。

3. 地下水法制的调正

日本是按法制行事的。关于水资源方面有水的法律制度。水法是以水的自然循环为前提,同时考虑到利用等状况,有必要进行相应的调正。

日本关于地下水的法律制度,有“私法”与“公法”之分。

地下水“私法”规定,地下水从属于土地所有权,即土地所有者对其土地下面的水拥有所有权。但对这种说法现在有人提出异议,认为地下水是流动的,作为所有权比较勉强。同时,地下水是水循环的组成部分,是重要的天然资源,如同河流一样,应将地下水列为“公水”。

有关地下水的“公法”,目前有“工业用水法”和“建筑物用地地下水提取限制的法律”。这二个法律是以防止地面下沉而限制地下水的使用量为目的的。但这种限制还只局限于工业用水和建筑业用水方面,而有些地区的地面下沉是由于农业、自来水使用地下水产生的,但这类却不受法律的约束。因此,以“公法”限制地下水使用时,现

行的法律制度是不充分的。为此，有必要调正现行法制，必须对地下水的利用和保护进行综合的地下水法制的制定。其前提是从根本上认识地下水对全民是重要的天然资源，应赋予“公水”的性质。

日本关于地下水目前还没有一个统一的、全面的法律，但其对制定更为完善的地下水法律，是很重视的，正在讨论积极进行。

（水资源研究室 杜国垣）

一九七九年八月初稿