

大阪大学工学部 正会員 村岡 浩爾
 大阪大学大学院 学生員 ○村岡 治道
 大阪大学工学部 原 正之

1. 緒論

巨大都市域では、高度の都市化により自然の水循環に歪みが生じていると言われている。本研究では、巨大都市域を対象に水環境を構成する種々の要因を調査して、巨大都市に潜在する問題点を比較検討する。今回は大阪市、寝屋川流域、中国・北京の3地域に対してモデル地域を設定し、流域特性調査、年水収支調査、洪水対策調査、水質保全対策調査、水環境保全対策調査を行った。そのうちの年水収支調査結果について報告する。

2. 対象地域の概要

本研究の趣旨から、特に都市化の進行している地域を選定する。中国の首都・北京市では、特に都市化が進んだ北京計画都市域(the planned urban area of Beijing)とほぼ一致する地域をモデル地域とした。大阪府下では、最も成熟した都市域として大阪市域を、高度経済成長期に著しく都市化が進行した都市域として寝屋川流域を、それぞれモデル地域とした。なお、大阪市のモデル地域は行政地域全域、寝屋川流域のモデル地域は大阪府が策定した「寝屋川流域整備計画」の対象地域である。主なパラメータを表1に示す。

表1 各モデル地域の主なパラメータ

	北京市 ²⁾	大阪市	寝屋川流域
流域面積 (km ²)	1,040	221	270
年代	1995	1994	1994
人口(人)	6,000,000	2,575,042	2,800,000
人口密度(人/km ²)	5,769	11,677	10,300
土地利用(%)	年代	1994	1994
山地・林地	4	0	8
田畑	36	2	10
市街地	42	93	77
その他	18	5	5

3. 年水収支調査結果

今回の調査結果を表2に、各要素量の関係を表3に示す。大阪市・寝屋川流域の両モデル地域の年収支算定方法は村岡・瀬岡³⁾の方法による。なお今回は、日本において近年まれに見る渇水年となった1994年(平成6年)について、大阪市・寝屋川流域の両モデル地域について年水収支の定量も行

表2 年水収支の各要素量

(単位: mm/year)

資料年代	北京市 ²⁾ 1995	大阪市		寝屋川流域	
		1990	1994(渇水年)	1990	1994(渇水年)
<外的システム要素>					
降水量	594	1,663	744	1,494	656
蒸発散量	458	296	249	330	291
表面流出量のうち	48	1,059	384	748	224
・河川に直接流入する水量	0	171	60	377	88
・下水道に流入する水量	48	888	324	371	136
浸透水量	89	308	111	416	121
<内的システム要素>					
河川などからの取水量(A)	855	2,760	2,673	1,666	1,709
地下水揚水量(B)	519	16	8	47	27
・上水供給量	752 (401 ^A +351 ^B)	2,515	2,466	1,560	1,588
・工業用水	553 (385 ^A +168 ^B)	245	207	106	121
・農業用水量	69+245 ^{*1}	(未計測)	(未計測)	(未計測)	(未計測)
・上水道からの漏水量	36	187	214	86	95
生活排水、工業排水の河道への直接流入量	539 ^{*2}	570 ^{*2}	240 ^{*2}	992 ^{*2}	476 ^{*2}
下水処理場への流入量 (=処理水量)	192	3,480	3,191	1,785	1,608

A、B それぞれ「河川などからの取水量」、「地下水揚水量」である

*1 245mmは上水および工業用水の使用後水(汚水)である

*2 外的システム要素「下水道に流入する水量」を含む

った。外的システム要素には自然現象に起因する水収支要素を含み、内的システム要素には都市活動を支える水収支要素が含まれている。北京市モデル地域の年降水量は594mmである。他方、日本の1994年(渇水年)では、年降水量が700mm程度であった。日本の2モデル地域について1990年と1994年(渇水年)を比較すると、降水量が55%程度の減少であるが、蒸発散量は15%程度の減少に止まっている。しかし、表面流出量と浸透水量はいずれも60~70%程度の減少となっている。また、都市用水量には全くと言って良いほど変化が見られない。

4. 日中比較について

主な共通事項として、

①浸透水量が少ない、

②降水量を上回る水量

を都市用水として必要に

している、の2点がある。

①は、本研究が都市化

の進行した地域を対象していることにもよるが、不浸透域の割合が多いことに起因していると考えられる。②は、都市域の水需要を都市域内で発生する表面水によって賄うことが不可能であり、地下水や都市域外からの導水によって都市活動が維持されていることを示している。次に、大きな相違点としては、日本2モデル地域を基準にして北京市モデル地域について記述すると、③降雨量に対する表面流出水の割合が非常に少ない、④地下水揚水量が100倍以上あり、都市用水の地下水への依存度も大きい、⑤都市用水中の工業用水の割合が大きい、⑥処理場で処理される汚水量が少ない、⑦上水道からの漏水量が少ない、という4点である。③は、降水量そのものの違いによると考えられる。④は、日本では地下水の揚水規制が実施されていることに対して、北京ではそのような規制が1986年によりやく実施されたという政策上の差異によるものと考えられる。⑤は、産業種目の違いも挙げられるが、日本では工場内の用水循環利用などが積極的に進められていることに対して、中国ではそのようなシステムは導入されていないという差異も大きな要因と考えられる。⑥は、下水道事業の違いによる。⑦は、上水からの漏水量については日本が多いが、これは上水供給量が多いことに起因していると考えられ、漏水量の上水供給量に対する比率では、北京市モデル地域5%、大阪市モデル地域7~9%、寝屋川流域モデル地域6%である。なお、漏水量は収支残差により算出したものであり、精度は他の水収支要素に比べて低くなる。北京市モデル地域の今後の水環境保全事業には、節水型社会システムの構築や下水道の整備が予定されており、上記で指摘した点(⑤工業用水の多さ、⑥下水処理水量の少なさ)を改善する事業が計画されている。

5. 渇水年水収支要素量について

記述のように、外的システムでは降雨量の減少で表面流出量と浸透水量が1990年の20~30%になっている。またこの影響で、内的システム要素のポンプ排水量が1990年の2~4分の1になっている。それ以外では、上水給水量・工業用水量ともに安定しており、また地下水揚水量はおよそ半分になっている。なお、揚水量半減について検討したところ(表4)、大阪市モデル地域では1990年の地下水揚水量が他年に比べて特になくなっており、渇水に関連して揚水量が半減したわけではなかった。また、寝屋川流域モデル地域について、参考までに東大阪地域のデータで検討したところ、この地域についても渇水による揚水量減少は見いだせなかった。以上より、今回の水収支定量枠では渇水により生じた特徴を見い出せなかった。

6. 結論

今回は、文部省国際学術研究の助成を受けて行われている「巨大都市における水の需給の環境平衡に関する研究 - 北京および大阪湾岸域を対象として -」の一部として、水収支に関して北京の都市化の進んだ地域と大阪市域、寝屋川流域との比較検討結果について発表した。また、1994年渇水年について水収支の定量を行い、特徴について考察したが、今回の定量枠では渇水年特有の現象を特定することはできなかった。なお、中国に関するデータは、共同研究者 Hui Shi Bo(Professor of Tsinghua Univ.)に御提供戴いた。

【参考文献】

- 1)寝屋川流域総合治水対策調査委員会：寝屋川流域総合治水対策調査 報告書、1987年2月。
- 2)文部省国際学術研究助成対象課題「巨大都市における水の需給の環境平衡に関する研究 - 北京および大阪湾岸域を対象として -」の共同研究者 Hui Shi Bo 氏(Professor of Tsinghua Univ.)提供データ。
- 3)村岡浩爾、瀬岡正彦：メッシュデータを用いた都市水文サイクルの定量の試み、水文水資源学会1991年研究発表会要旨集、pp.70~73、1991年。
- 4)大阪府環境保健部環境局水質課：地下水採取量総括報告書、pp.46~50、平成7年3月。等

表3 年水収支各要素量の関係

(単位：%)

	北京市 ²⁾	大阪市		寝屋川流域	
	1995	1990	1994(渇水年)	1990	1994(渇水年)
降水量に対する各要素量の割合					
・蒸発散量	77	18	33	22	44
・表面流出量	8	64	52	50	34
・浸透量	15	19	15	28	18
・都市用水	231	167	360	115	265
都市用水に対する各要素量の割合					
・地下水揚水量	38	0.6	0.3	2.7	1.6
・工業用水	40	9	8	6	7
汚水全量のうち処理される水量の割合	26	86	93	64	77
上水に対する漏水量の割合	5	7	9	6	6

表4 地下水揚水量⁴⁾

年代	年間降雨量 (mm)	大阪市	東大阪地域
		(× 1,000 m ³ /年)	
1989年	1,990	1,688	21,012
1990年	1,837	3,581	21,474
1991年	1,670	1,884	21,780
1992年	1,524	1,679	17,225
1993年	1,963	1,676	15,053
1994年	873	1,818	14,579