

鄭州市における水資源利用に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 ○石橋賢一 九州大学大学院 学生会員 尾崎心平
 科学技術振興機構 正会員 東 修 九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

近年、中国では急速な経済成長に伴い、各地で水需要の増加による地下水の過剰採取、水処理施設の不足等といった水資源に関する問題が深刻化している。本研究では鄭州市の自然条件・社会条件・各種統計データ等から水利用及び排水に係る原単位を算定すると同時に、衛星画像及びGISを用いた鄭州市諸条件のデータベース化を行い、鄭州市の水利用形態の解析を行った。

2. 鄭州市自然条件の整理

鄭州市は図-1で示すように河南省中北部に位置し、面積は7446.2km²で、北部を黄河、西部を嵩山に囲まれ、東南部に黄淮平原を望む中核都市である。年間平均気温は約14℃、年間平均降水量640.2mmであり、7～8月にかけて降水が集中する傾向にあり、この時期の降水量が年間降水量の50～60%を占める。

図-2はUSGSが配布している地形データセットを基に作成した鄭州市の地形及び河川流況を示している。鄭州市西部には嵩山に代表される標高1500m前後の山地が広がり、東部にいくにつれてなだらかな平地を形成している。この図から河川は鄭州市全域に存在し、黄河流域に属するものと淮河流域に属するものに大別できる。鄭州市における流域総面積の内、25.2%を黄河流域が、残りの74.8%を淮河流域が占めている。

図-3は衛星画像を解析して得た結果を基に作成した鄭州市の土地利用図である。市区部に居住区が集積し、鄭州市東南部及び黄河沿岸部に農耕地が分布し、畑地が農耕地の95%を占める。

図-4は鄭州市の人口分布状況を示している。これは鄭州市の郷・鎮・街道人口を、衛星画像を解析して得た鄭州市居住区部分に振り分けたものである。人口が集中している部分は主に市区部及び各市(県)の行政局所在地である。総人口は644万人であり、市区部に236万、各市(県)に60～80万人が居住している。

3. 水利用に係る検討

図-5は、2001年の鄭州市の水利用量と水源別水利用量を示している。鄭州市の水利用量は全体で年間11.4億m³であり、その内生活用水が2.6億m³、工業用水3.0億m³、農業用水5.5億m³と、農業用水が全体の48%に達する。また、農業用水における黄河由来の水量は年間2.4億m³であることがわかった。水源は地表水、地下水からなり、それぞれ黄河由来、淮河由来のものに分けられる。地表水では黄河からの取水が大きく、年間4.8億m³にのぼる。また地下水の利用量が黄河由来、淮河由来あわせて年間5.4億m³にのぼり、全体の47%と水源の地下水依存度が大きいことがわかった。

表-1に、以上の結果と各種統計データ及び人口データから算定した各種用水原単位を示した。農村部の生活用水原単位は中国水資源公報より河南省における農村部の生活用水原単位を使用した。市区部に

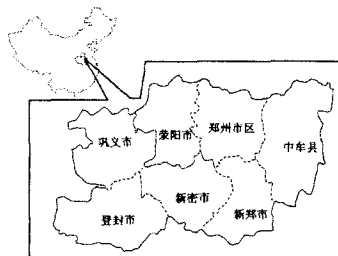


図-1 鄭州市位置図

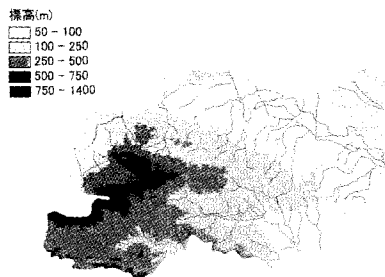


図-2 鄭州市標高図

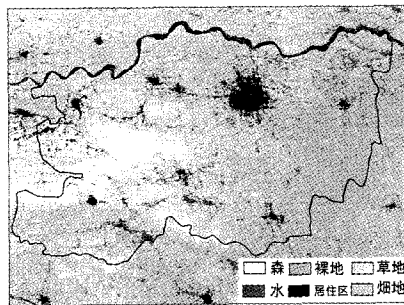


図-3 鄭州市土地利用図

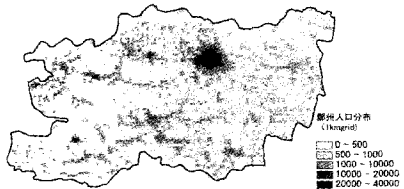


図-4 鄭州市人口分布

おける用水原単位と比べて3倍以上の格差が見られる。これは、市街地においては市街化の進行による事業用水量の増加、トイレの水洗化、洗濯機の普及などが進んでいるのに対して、農村部では、洗濯機の普及率がまだ低く、さらにトイレの未水洗化等で生活用水量に大きく差が生じたと考えられるため、妥当な値である。また、生活排水量は生活用水量と等しいと仮定した。

鄭州市における1ha当たりの灌漑用水量は中国水資源公報より河南省の灌漑用水原単位を適用した。灌漑面積における水田面積の割合は低く、また農耕地の多くの地域で二毛作が行われることから、単位面積当たりの年間水利用量は全ての農地で一律であると仮定した。また家畜用水の原単位は(財)日本農業土木総合ホームページによるものである。畜産排水量は畜産用水量と等しいと仮定した。

鄭州市の工業用水量は、年間3.0億 m^3 (電気、上水道供給業は除く)である。各企業を年間販売収入500万元以上の規模の重工業・軽工業と500万元以下の規模の重工業・軽工業に分類し、規模別の工業総生産額に応じて水利用量を割り当てた。工業排水に関しては中国環境年鑑から得られた原単位を用いた。

4. 鄭州市水利用量の算定

図-6は算定した原単位を用いて地域ごとの水利用量を計算した結果を示している。市区部及び各市(県)の行政局所在地に大きく集中しているのがわかる。市区部における年間水利用量は鄭州市全体の約23%、2.6億 m^3 にのぼる。この内、生活用水が1.5億 m^3 、工業用水が0.7億 m^3 を占める。

図-7に、供給、利用、排水量を用途別に算定し、鄭州市水循環フロー図を示した。黄河に排出される水量は全体の23%、年間2.3億 m^3 であり、ほとんどが未処理のまま黄河に放出されている。また、農業用水量における地下水量が年間2.4億 m^3 と地下水への依存度が高いことがわかる。

鄭州市近傍では水資源が乏しく新たな水源開発は難しく、また遠隔地からのパイプラインによる水供給もコスト的に厳しいものがある。よって鄭州市の水資源問題では水循環の高効率化を第一に考えるべきである。農業用水においては水質の安定した地下水を使うのは効率が悪く、工業用水や生活用水に一次利用し、その再生水を利用する等の方策が有効であると考えられる。工業用水では近年、再生水利用が3.1億 m^3 (1997年)から7.8億 m^3 (2001年)と急激に増加しており、今後もその傾向は続くと考えられる。このことから工業用水は効率化が進んでいると考えられる。しかし一定水質を確保し、中水道等への再利用を行うには、既存の水処理施設数は十分でなく、拡充が必要である。農村部においては今後生活水準の向上に伴い、生活用水量増加は避けられないと考える。生活用水量が100 l /人/日になれば、約0.6億 m^3 の増加につながる。今後、導水等を利用した新たな水資源の確保が必要である。

5. まとめ

本研究では鄭州市の水資源に関するデータの整理を行い、水利用に係る検討をした。結果を以下に示す。

- 1) 衛星画像解析結果より、農耕地は鄭州市東南部及び黄河沿岸部に多く分布し、その95%を畑地が占めていた。
- 2) 水利用及び排出に係る原単位を算定した結果、市区部と農村部では生活用水原単位に3倍以上の格差が見られた。
- 3) 供給、利用、排水量を算定し、鄭州市水循環フロー図を作成した。その結果、農業の地下水への依存度が高いことが分かった。また、黄河へ排出される水量は年間2.3億 m^3 であることが分かった。

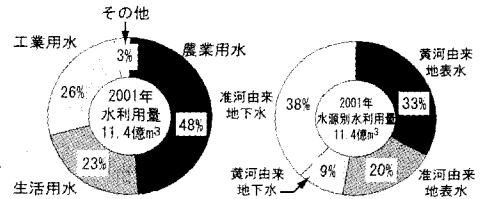


図-5 水利用量及び水源別水利用量

表-1 各種用水原単位

単位		市区部	都市郊外	農村部
生活用水	人/人/日	183	148	66
	単位	規模以上		規模以下
工業用水	重工業 軽工業	m^3 /年/元	0.0321	0.0082
			0.0016	0.0010
農業用水		単位 灌漑面積当たりの水利用量		
		m^3 /ha/年 2955		
畜産用水	単位	乳牛	牛	豚・羊
	l /頭/日	50	50	30
				鶏・兎
				0.3

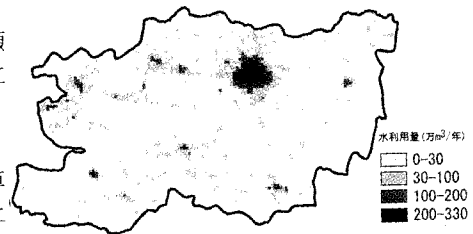


図-6 地域別水利用量

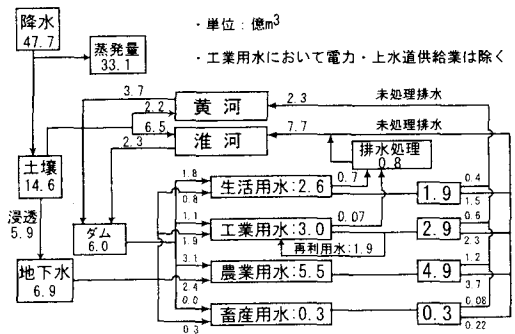


図-7 鄭州市水循環フロー図