

## 韓国榮山江流域の河川水質特性

首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 学生員 ○岡元 宏薫  
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 正会員 河村 明  
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 非会員 陳 永勲  
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 正会員 天口 英雄  
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 正会員 中川 直子

### 1. はじめに

20世紀後半からの急激な人口増加と人間活動の拡大により、水循環系は地球規模レベルから小流域に至るまで大きく変化してきており、それに伴って多様な水問題が生じてきた。同様の水問題は韓国の多くの河川流域でも生起しており、特に河川水質の低下が大きな課題として取り上げられている。そのため、1996年に韓国環境部は河川とその周辺環境を様々な汚染物質から保護すべく水管理計画を立ち上げ、韓国全土において水質モニタリングを開始した<sup>1)</sup>。その後、2004年には韓国4大河川（漢江、洛東江、錦江、榮山江）において水環境研究所が設立され、TMDLs（Total Maximum Daily Loads；日最大汚濁負荷量）管理制度に基づく幅広い水質データ観測が開始された。現在、4大河川のうち漢江流域、洛東江流域、錦江流域については蓄積された水質データを元に流域の詳細な水質データ解析が進行中である<sup>1)</sup>。しかし、榮山江流域においては蓄積された水質データ解析が未だ十分には行われていない状況にある。

図-1に示すように、榮山江流域は韓国の南西に位置し、人口増加の顕著な流域であり、幹川長は136km、流域面積は3455km<sup>2</sup>である。特に、流域の中央に位置する光州広域市は流域人口約177万人のうち約144万人が暮らす人口密集地域として河川水質の低下が問題となっている<sup>1)</sup>。水質改善施策を実行するには、流域全体の水質特性を把握することが必要不可欠となる。そこで本研究では、榮山江流域を対象に、TMDLs管理制度導入後、流域内の6地点で観測されている10項目の河川水質データ6年間分を用いて、各観測地点の水質特性を明らかにすると共に、各観測データ項目間および各観測地点間の相関特性について検討を行っている。

### 2. 対象データ

本研究では図-2に示す韓国榮山江流域の6観測地点、すなわち幹川（青線）の4観測地点（M1, M2, M3, M4）および支川（緑線）の2観測地点（T1, T2）のデータを対象に解析を行った。なお、幹川の最下流地点の河口にもデータは存在するが、河口堰によって流量が人為的に制御されることや、海水流入もみられることから本研究の解析対象から除外した。観測期間は2004年9月～2010年8月の6年間である。各観測データは定期的ではないものの、おおそ8日毎の観測となっており、データ項目は水温、EC（電気伝導度）、TN（全窒素）、TP（全リン）、BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、pH（水素イオン指数）、DO（溶存酸素量）、SS（浮遊物質）の水質項目および流量の合計10項目である。解析対象データとしては、各観測データ項目について月平均値を算出し、72ヶ月間の月単位データを使用した。

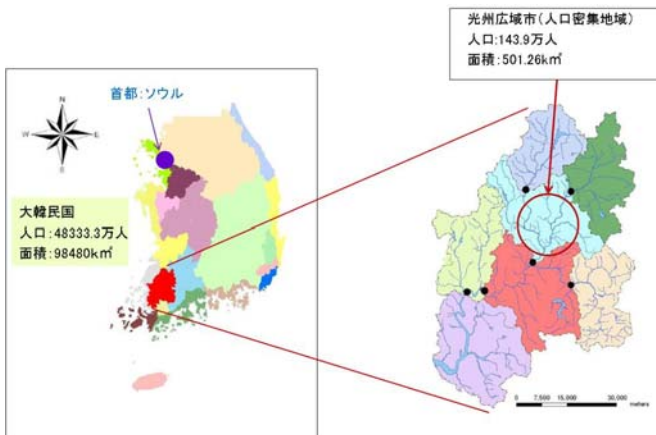


図-1 韓国全域と榮山江流域の位置について

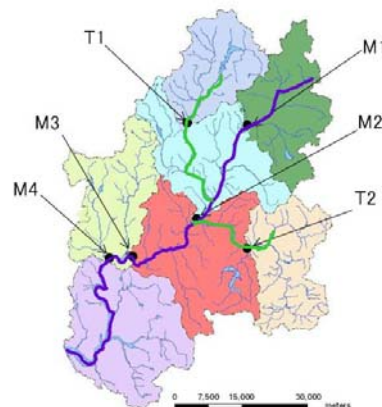


図-2 榮山江流域図

キーワード：韓国，榮山江流域，河川水質，レーダーチャート，相関係数

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 首都大学東京 都市基盤環境学域

E-mail : okamoto-hironobu@ed.tmu.ac.jp

### 3. 各観測地点の水質特性

図-3は10観測データ項目について、最大値を1最小値を0として基準化した各観測地点の平均値をプロットしたレーダーチャートである。なお、流量に関しては対数変換した後に基準化している。図-4に同じく10の観測データ項目について、各観測地点平均値の順位をその非超過確率<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>として表したレーダーチャートである。これらの図より下流3観測地点 (M2, M3, M4観測地点), 特に光州広域市直下のM2観測地点におけるTN, TP, BODの値が高く水質悪化が顕著であることが分かる。

次に、各観測地点の水質の季節変動について解析を行うため、観測データ10項目について、各月(1~12月)を指標としたレーダーチャートを図-5~図-14に示す。図-5より、流量に関しては月に問わず下流地点ほど大きな値を示しており、また上流の3地点(T1, T2, M1観測地点)には大差がないことが分かる。さらに、観測地点に関わらず夏季の雨量増加により7~9月の値が大きくなっている。また、上流3地点に関しては、5月の値が大きな値を示しているが、これは、上流にあるダムが原因であると考えられる。図-7~図-10より、EC, TN, TPの値は下流3地点(M2, M3, M4観測地点)が月に問わず大きな値を示していることが分かる。また、いずれの観測地点においても7~9月の値が小さくなっており、同期間の流量増加による希釈効果が顕著に表れている。図-6, 図-12, 図-13より、水温, pH, DOについては、各観測地点での差はあまり見られなかったが、DOについては観測地点に関わらず水温の下がる冬季に値が大きくなる傾向が見られる。

### 4. 観測データ項目間の相関特性

本流域において各観測データ項目間の相関特性について解析を行った。全観測地点に対する観測データ項目間の相関係数を表-1に示す。表中相関係数の絶対値が0.6以上の値を持つ箇所を黄色く塗りつぶしている。表-1より、流域全体として水温とDOに高い負の相関係数が得られ、またTN, TP, BOD, COD, ECの5水質項目間で強い正の相関が得られた。特に、TN・TP間, BOD・COD間の相関係数はそれぞれ0.86, 0.75と高い値を示した。また、流量に関しては、流域全体としてSSとの相関係数が0.4と比較的高い値を示している。

次に、観測地点毎に各観測データ項目間の相関係数を算出し、そのうちM4観測地点の結果を表-2に示す。この表より流量とSSの相関係数は0.1(赤く塗った箇所)となっており、表-1のそれと比べ非常に低い値となっているが、これは河口堰からの堰上げ背水が影響しているものと考えられる。

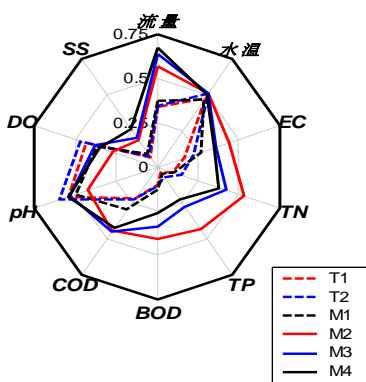


図-3 観測地点毎の平均値

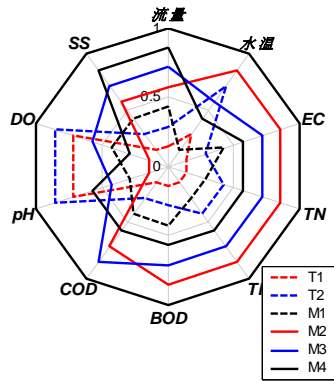


図-4 観測地点毎の非超過確率

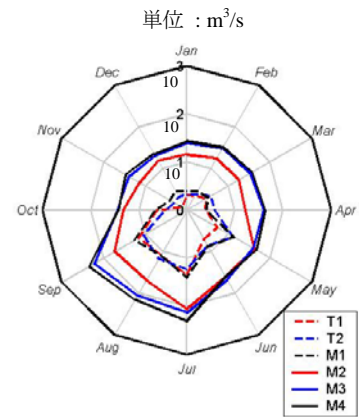


図-6 流量の月平均値

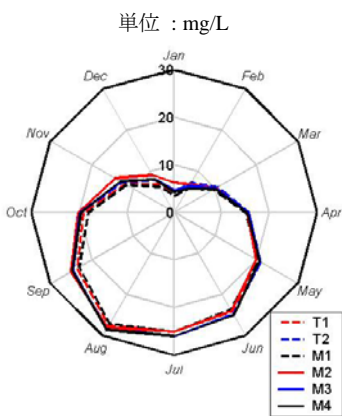


図-6 水温の月平均値

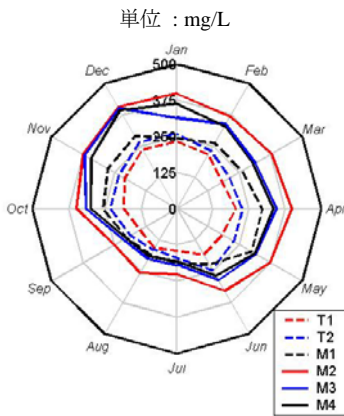


図-7 ECの月平均値

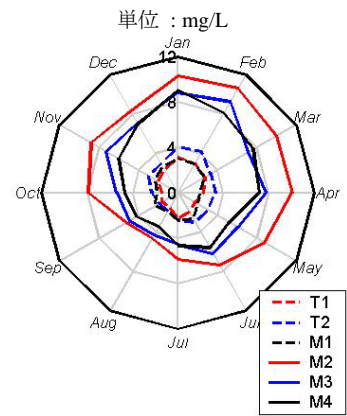


図-8 TNの月平均値



## 6. むすび

本研究では韓国栄山江流域における各観測地点の水質特性について検討を行うと共に、各観測データ項目間および各観測地点間の相関について解析を行った。

その結果、各観測地点の水質特性については下流3地点、特に光州広域市直下のM2観測地点の水質悪化が顕著であることが分かった。また、各観測地点の季節変動については、EC、TN、TPに関して流量の影響によりこれらの値が変化していることも確認できた。

次に、観測データ項目間の相関解析を行った結果、栄山江流域全体について水温とDO間に強い負の相関があり、TN、TP、BOD、CODの観測データ項目間で強い正の相関が得られた。また、最下流のM4観測地点の流量について河口堰の堰上げ背水の影響を受けていることが分かった。また、各観測地点間の相関解析結果により、TN、TP、BODについては下流3地点で高い相関係数が得られた。さらに、SSと流量の各観測地点間の相関関係から、河口堰による堰上げ背水の影響が下流2地点（M3、M4観測地点）まで及んでいることが示唆された。

本研究より、韓国栄山江流域における基礎的水質特性が把握されたが、今後、改善施策にあたっては更なる詳細なデータ解析が望まれる。この場合、本研究で得られた水質特性の解析結果がその基礎として貢献できることを期待する。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたって、東京都アジア高度研究「アジア都市圏における水問題解決のための適応策に関する研究」（代表：河村明）の補助を受けました。ここに記して深謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Ministry of Environment, ECOREA, Environment Review 2009, Korea, 2009.
- 2) Jin, Y.-H., Kawamura, A., Jinno, K., Berndtsson, R., 2005. Quantitative Relationship between SOI and Observed Precipitation in Southern Korea and Japan by nonparametric approaches, *Journal of Hydrology*, Vol. 301, pp. 54-65.
- 3) Jin, Y.-H., Kawamura, A., Jinno, K., Berndtsson, R., 2005. Detection of ENSO-influence on the monthly precipitation in South Korea, *Hydrological Processes*, Vol. 19, pp. 4081-4092.

表-3 TNについての観測地点間相関係数

TN	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.663	0.743	0.530	0.617	0.608
T2			0.397	0.728	0.778	0.796
M1				0.290	0.475	0.454
M2					0.811	0.793
M3						0.875
M4						

表-4 TPについての観測地点間相関係数

TP	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.446	0.288	0.245	0.179	0.236
T2			0.187	0.286	0.274	0.089
M1				0.414	0.359	0.426
M2					0.844	0.818
M3						0.850
M4						

表-5 BODについての観測地点間相関係数

BOD	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.572	0.592	0.549	0.563	0.330
T2			0.724	0.574	0.610	0.480
M1				0.540	0.595	0.392
M2					0.833	0.639
M3						0.699
M4						

表-6 DOについての観測地点間相関係数

DO	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.873	0.937	0.849	0.860	0.812
T2			0.799	0.824	0.775	0.715
M1				0.864	0.878	0.858
M2					0.840	0.817
M3						0.886
M4						

表-7 SSについての観測地点間相関係数

SS	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.445	0.686	0.604	0.260	0.285
T2			0.549	0.519	0.226	-0.119
M1				0.807	0.250	0.025
M2					0.326	0.179
M3						0.203
M4						

表-8 流量についての観測地点間相関係数

Runoff	T1	T2	M1	M2	M3	M4
T1		0.671	0.791	0.789	0.431	0.550
T2			0.878	0.769	0.493	0.539
M1				0.865	0.448	0.557
M2					0.436	0.512
M3						0.935
M4						