

VII-141

マクロモデルを用いた琵琶湖流入汚濁負荷量のシミュレーション解析

（株）クリアス 正員 大西 敏之

立命館大学理工学部 正員 市木 敦之 山田 淳

立命館大学大学院 田中 徳子

1. はじめに 近畿圏1400万人の水源である琵琶湖は、集水面積が広大でかつ大小100以上の流入河川を有している。そのため、琵琶湖の水質保全を議論するためには、巨視的にはあっても、集水域からの流入汚濁負荷量や汚濁物流入特性を把握しておく必要がある。筆者らは、これまで汚濁物流出の実測データを基に、流域特性を表すフレーム値を用いて流出負荷量をシミュレートするマクロモデルを構築し、複数の都市域中小河川を事例にした汚濁物流出シミュレーションにより、本モデルを用いた汚濁物流出解析の有効性を確認してきた^{1)・2)}。本報告では、マクロモデルを琵琶湖集水域に適用し、流入河川毎に汚濁物流出シミュレーションを行うことにより、琵琶湖への汚濁物流入特性について定量的な検討を試みる。

2. シミュレーションの方法 琵琶湖集水域の概要を表-1に示す。ここでは、北湖、南湖にそれぞれ流入する河川を東岸側、西岸側に区分することにより、琵琶湖流入河川を4カテゴリー（北湖東岸、北湖西岸、南湖東岸、南湖西岸）にグルーピングしている。シミュレーションでは、各河川について、それぞれ固有の流域フレーム値（1990年現在）を用い、過去10年間の降水量の時系列データ（年平均降水量1562.3mm/y）を入力することにより、日単位の栄養塩流入負荷量を算定し、結果を平均して汚濁物の年間流入挙動を再現した。ただし、ここでは大気降下物、畜産排水、地下水流出成分および下水処理水による流入負荷量は、検討の対象外としている。

表-1 琵琶湖集水域の概要（1990年現在）

区 分	集水面積 (km ²)	土地利用 (%)				流域人口 (×千人)	下水道普及率 (%)
		市街地	田	畑	山林		
北湖 東岸	2111	5.47	18.21	2.35	73.97	679.4	7.6
北湖 西岸	732	2.87	12.41	1.49	83.23	76.7	11.0
南湖 東岸	221	21.00	39.11	4.56	35.34	304.2	47.0
南湖 西岸	68	11.93	15.38	0.34	72.35	64.1	66.5
全 域	3132	6.10	18.26	2.26	73.38	1124.4	21.8

3. 河川別琵琶湖流入汚濁負荷量の評価

シミュレーション結果を各河川の年平均流入負荷量について降順にまとめたものを、表-2、表-3に示す。T-N、T-Pとも集水面積が大きい河川ほど流入負荷量が大きく、上位20河川からの合計流入負荷量が総流入負荷量の50%以上を占めていることから、琵琶湖流入負荷量は、こうした限られた幾つかの大河川にかなり依存していることがわかる。また、T-N流入負荷量が下水道の普及にともなって一定の減少傾向を示しているのに対して、T-P流入負荷量と下水道普及率の関係が明瞭ではないことから、富栄養化防止のためには、下水道整備に加えて、別途流域管理施策の導入を検討していく必要があると思われる。

表-2 河川別T-N流入負荷量（負荷量について降順）

順 位	河 川	合計集水面積 (km ²)	合計流域人口 (×千人)	平均下水道普及率 (%)	合計年平均流入負荷量 (ton/y)
1~20	長命寺川、宇曾川、大同川等	2269	500.5	9.8	6786
21~40	天川、白鳥川、知内川等	447	196.8	10.2	2350
41~60	文祿川、矢倉川、百瀬川等	224	212.8	46.2	1242
61~80	天神川、米川、びわだ川等	93	72.9	19.2	654
81~100	今津川、大坪川、南川等	52	77.2	17.8	355
101~120	比良川、四ッ谷川、深町川等	35	30.2	58.9	182
121~	大堂川、木戸川、丹出川等	12	34.0	95.4	36

表-3 河川別T-P流入負荷量（負荷量について降順）

順 位	河 川	合計集水面積 (km ²)	合計流域人口 (×千人)	平均下水道普及率 (%)	合計年平均流入負荷量 (ton/y)
1~20	長命寺川、家棟川、宇曾川等	1627	624.6	24.0	577
21~40	天野川、守山川、白鳥川等	947	237.7	18.3	210
41~60	知内川、相模川、文祿川等	276	103.1	17.5	103
61~80	湖北町、マキノ町、不飲川等	153	80.3	11.4	63
81~100	境川、生来川、江面川等	68	45.8	22.3	36
101~120	波布谷川、今津川等	48	23.2	40.7	19
121~	庄界川、滝川、深町川等	13	9.7	55.4	4

4. 琵琶湖への汚濁物流入特性 流域からの流入汚濁負荷量は降水量によって大きく変動するため、各カテゴリーからの流入負荷量を降水規模別にまとめて表-4に示した。30 mm/d以上の大きな降水は年間15日しかないものの、その間の比流入負荷量は年間値の39.6～75.9%を占めており、汚濁物流入の集中性が示されている。この傾向は、比較的小さな降雨でも一定の流入量があり流動性が高いと考えられるT-NよりもT-Pで強く、またT-N比流入負荷量では各カテゴリー間の差がほとんどないのに対して、T-Pでは南湖における比流入負荷量が北湖の4～5倍の大きさになっていることから、琵琶湖へのT-P流入量が時間的・地域的に著しく偏っていることがわかる。図-1は、月別のT-P比流入負荷量とその流出源比率を示したものである。降雨が集中する梅雨期や秋雨期において、前述のT-P流入量にみられる南北較差が顕著である。流域の都市化や下水道の整備が進んでいる南湖では、北湖に比べて、ポイントソースからの晴天時流出成分が少ない一方で、市街地ノンポイント負荷をはじめとするノンポイントソースからの降雨時流出成分が大きなウェイトを占めている。特に

表-4 降水規模別年間比流入負荷量

区分	降水量 (mm/d)	日数 (d)	T-N		T-P	
			比流入負荷量 (kg/km ²)		比流入負荷量 (kg/km ²)	
北湖東岸	0～0.5	242	713	(21.2)	27	(11.1)
	0.5～10	75	323	(9.6)	15	(6.2)
	10～30	33	596	(17.7)	41	(16.7)
	30～100	14	1182	(35.1)	105	(42.4)
	100～	1	552	(16.4)	58	(23.6)
合計		365	3366	(100.0)	246	(100.0)
北湖西岸	0～0.5	242	905	(21.7)	23	(10.1)
	0.5～10	75	399	(9.6)	14	(5.9)
	10～30	33	712	(17.1)	39	(16.7)
	30～100	14	1456	(35.0)	99	(42.7)
	100～	1	694	(16.7)	57	(24.5)
合計		365	4166	(100.0)	232	(100.0)
南湖東岸	0～0.5	242	711	(13.5)	62	(5.3)
	0.5～10	75	439	(8.3)	46	(3.9)
	10～30	33	1077	(20.5)	174	(14.8)
	30～100	14	2118	(40.2)	531	(45.3)
	100～	1	921	(17.5)	359	(30.6)
合計		365	5266	(100.0)	1172	(100.0)
南湖西岸	0～0.5	242	1323	(31.3)	47	(4.8)
	0.5～10	75	529	(12.5)	44	(4.6)
	10～30	33	702	(16.6)	148	(15.2)
	30～100	14	1179	(27.9)	428	(44.0)
	100～	1	493	(11.7)	305	(31.4)
合計		365	4226	(100.0)	972	(100.0)

() 内：区分毎の合計に占める各比流出負荷量の割合

梅雨期や秋雨期には南湖流入負荷量の90%以上が降雨時流出成分となっていることから、今後琵琶湖の富栄養化防止のためには、南湖へのこうした降雨時流入負荷量を如何に効率よく制御するかが、重要な課題であると考えられる。

5. おわりに 本研究では、琵琶湖流入河川を対象としたマクロモデルによるシミュレーション解析により、琵琶湖への汚濁物流入特性を巨視的に示した。今後は、さらに詳細な検討が行えるようモデルの構造を改良するとともに、シミュレーション結果の解析を進め、琵琶湖集水域における合理的な流域管理施策を検討していきたいと考えている。

なお、本研究の一部は、平成3～5年度滋賀県琵琶湖研究所委託研究として実施された。また、調査を行うにあたり環境計画研究室の大学院生、卒業研究生の協力を得たことを記し謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 大西, 市木, 山田: 第49回土木学会年講, 1994. 9,
- 2) 大西, 市木, 山田: 第50回土木学会年講, 1995. 9

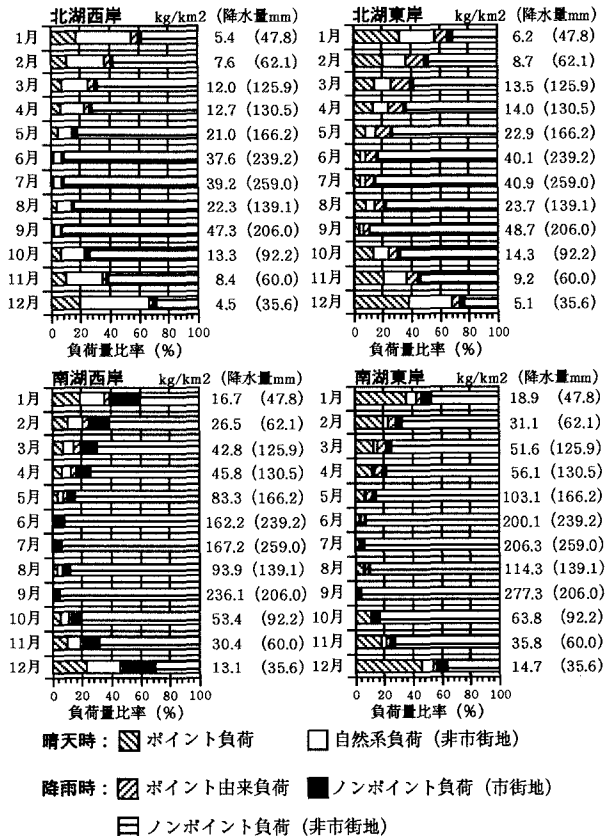


図-1 月別比流入負荷量とその流出源比率 (T-P)