

# 生活と河川の汚濁

— とくに合成洗剤による —

佐藤ひろみ・山中すみへ

## Study on Relation Between Human Living and Water Pollution — with Special Reference to Synthetic Detergent —

Hiromi Sato and Sumie Yamanaka

Two problems of synthetic detergent have been discussed very often. One is harmfulness of synthetic detergent, the other is environmental pollution caused by its using.

We also had discussed about the former problem in previous several reports. In this paper we have studied on the latter, water pollution caused by using synthetic detergent in human living.

One person consumes water of 200ℓ in one day and drains domestic sewerage of 200ℓ. Domestic sewerage causes water pollution together with industrial waste water. In fact, in Tokyo Bay and Setonaikai, water pollution is several and red tide often occurs.

It is said that phosphorus, nitrogen and other nutrients are large factor of eutrophication which causes red tide. Domestic sewerage is very good condition for eutrophication because the ratio of phosphorus and nitrogen in domestic sewerage is suitable. Therefore in order to defend against water pollution, it is necessary to devise the countermeasure for domestic sewerage, and none phosphorus synthetic detergent is one step forward to devise the countermove for eutrophication.

In Saitama Prefecture also, water pollution of many rivers is remarkable, for example Den-u River and Ayase River where flow through the city. Water pollution of those rivers is caused by both of domestic sewerage and industrial waste water. LAS (main synthetic detergent) concentration in rivers water in Saitama Prefecture are very high at average 0.45ppm. It seems that domestic sewerage and LAS contaminate the minor rivers where flow through densely populated city. The state of water pollution in Motoara River is investigated by analyzing COD and LAS concentration in the river water. Water pollution of the downstream makes progress relatively, but it is not so notable as Den-u River and Ayase River. It is considered reason that the amount of flowing water is relatively much in case of Motoara River.

It is clear that domestic sewerage takes large parts in water pollution. It is necessary to take

countermeasure for domestic sewerage such as arranging drains and none phosphorus synthetic detergent. Therefore consumer and government should look at synthetic detergent again from the viewpoint of environmental pollution.

はじめに

越谷市近辺はかつて武蔵東部低地帯といわれ徳川幕府による河川改修以前は、荒川・利根川・渡良瀬川等関東の大河川が集流した地域であったと越谷市史に記されている。

その後、諸河川は本流と切離されて廃川となったが、それまで不毛とされていた元荒川・綾瀬川筋における湿地帯の開発を可能にし、農業用水路として、あるいは排水川として重要な機能を果たしてきたようである。

越谷市を流れる元荒川を探索すると上流ではまだ自然の風情が残り清流を保っているようであるが、近年急激に都市化が進み人口増となった市街地においては両岸に何箇所も露出している排水口から泡立った下水が注ぎ込まれ水郷こしがやの景観を損っており、生活

排水川として利用され汚染が進行していることがうかがえる。

合成洗剤の年間使用量は昭和49年度をピークに一時減少したが、ふたたび増加の傾向を示しており、昭和52年度で約70万tと報告されている。その合成洗剤の主成分であるABS（アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム）にかわって比較的分解性のよいLAS（直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム）は、合成洗剤中に使用されている陰イオン界面活性剤の約60%を占めていると推定されている。LASの毒性の問題、皮膚刺激性や食器への残留の問題については昭和37年に有害説が発表されて以来、多くの報告があり、また著者らの一連の報告<sup>2)~7)</sup>でも明らかにしてきているが、今回は観点を改めてLASによる環境汚染の問題について考察してみた。

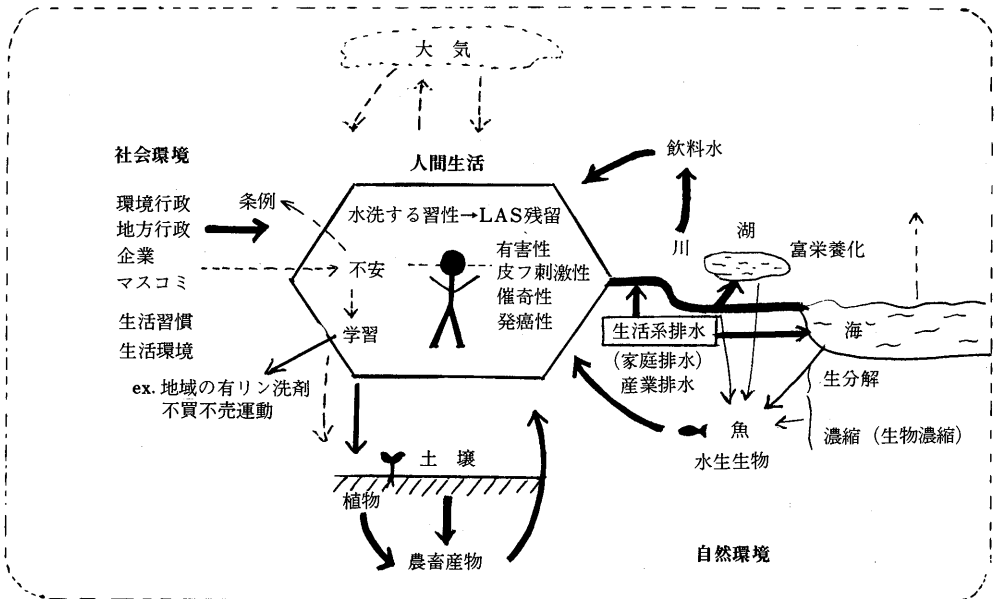


図1 生活排水（合成洗剤を含む）による河川汚染

図1が示すとおり合成洗剤の問題として、そのものの安全性、有害性の問題以外に環境汚染の大きな因子として問題となってきたのである。LASの生分解速度が遅いという報告<sup>8)9)</sup>もあり、また下水道終末処理場が整備されていない地区では環境汚染が問題となっている。主たる汚染源と考えられる家庭排水中のLASは湖、河川、海へ流入し自然環境を汚染している。たとえば図2<sup>10)</sup>は多摩川における水質の変化をBOD（生物化学的酸素要求量—水中の有機物汚染を示す）とLAS濃度とで経年的に示している。BODが数倍に増大し河川汚染が進行しているとともに、LAS汚染も漸次進行していることがわかる。また現在ではそれ以上に合成洗剤中に助剤として含まれているトリポリリン酸塩中のリンが水中の栄養源となり、生態系の異常（生物汚染・二次汚染）を進行させていることが問題となったのである。

滋賀県では琵琶湖の富栄養化による赤潮（プランクトンの異常増殖によって海面が朱色などに染まってみえる現象）の原因は、琵琶湖に注がれる家庭排水中の合成洗剤のリン酸塩に起因しているということから、使用禁止条例が発令されている。滋賀県のみならず、東京、千葉、神奈川、埼玉の一都三県でも東京湾の富栄養化による赤潮を防止するために有リン洗剤追放を打ち出している。このようにいまや合成洗剤は環境問題との関連で大きくクローズアップされてきている。

そこで合成洗剤を始めとする家庭排水—生活系排水—による水質汚濁について著者らは若干の知見とともに考察したのでここに報告する。

### 生活系排水による水質汚濁

排水はその質や発生源によって多種多様の種類があるが、一般に生活系と産業系とに大別される。生活系排水とは人間の日常生活の過程において排出される雑排水ならびにし尿であるが、産業系排水のように重金属などの

有害な物質は含まないものの、日常生活の高度化、多様化に伴ないリン、窒素などを中心にしだいに複雑化している。

たとえば水の汚染度をBODを指標として生活との関係をみたものが表1<sup>11)</sup>であるが、人間1人は1日に平均200ℓの水を排水するが、そのうち便所からは50ℓ、その他の雑排水は150ℓで、汚染度も厨房、風呂、洗濯などの雑排水の方が高いことがわかる。したがってし尿からの排水も当然のことながらその他の雑排水も水質汚濁の要因であることは明らかである。現在、水質汚濁で大きな問題となっている東京湾や瀬戸内海におけるその発生源について図3<sup>12)</sup>に示した。産業系排水に劣らず生活系排水も原因となっていることがわかる。

表1 生活における水使用量とBOD

用途	水量 (ℓ/人・日)	BOD値 (g/m <sup>3</sup> )	BOD値 (g/人・日)
厨房	30	600	18
便所	50	260	13
ふろ	60	75	9
せんたく	40		
洗面	10		
雑用	10		
合計	200	—	40

[日本浄化槽教育センター(1972)による]

[出典：武藤暢夫・用水と廃水Vol.19, No.5(1977)]

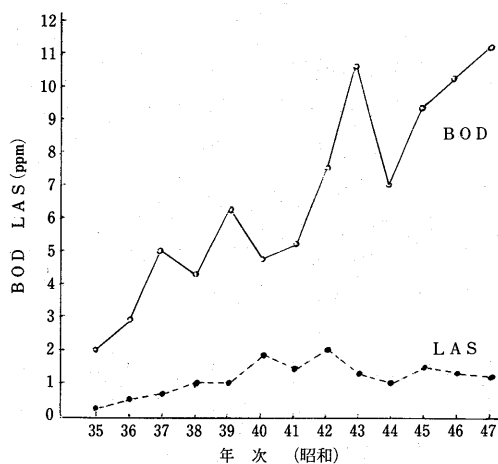


図2 多摩川（玉川浄水場）の水質経年変化（東京都水道事業年報，昭和47年度）

表2 3大湖沼の窒素・リンの発生源別負荷量

湖沼名 流入源	琵琶湖				霞ヶ浦				諏訪湖			
	N		P		N		P		N		P	
生活系排水	kg/日 1759	(26%)	kg/日 197	(44%)	kg/日 1666	(19%)	kg/日 409	(31%)	kg/日 1430	(38%)	kg/日 184	(48%)
産業系排水	224	(3%)	14	(3%)	3912	(45%)	349	(27%)	291	(8%)	42	(11%)
畜産排水	161	(2%)	40	(9%)	1234	(14%)	330	(25%)	50	(1%)	20	(5%)
農業排水	1367	(20%)	76	(17%)	1906	(22%)	218	(17%)	1105	(29%)	80	(21%)
山林排水	3404	(49%)	117	(27%)	—	—	—	—	247	(7%)	4	(1%)
その他 (ガス井戸、温泉等)	—	—	—	—	—	—	—	—	659	(17%)	51	(14%)
計	6915	(100%)	444	(100%)	8718	(100%)	1306	(100%)	3782	(100%)	381	(100%)

(環境庁昭和47年度調べ、ただし琵琶湖は土木学会昭和45年度調べ)

生活系排水と富栄養化

生活系排水が水質汚濁の大きな要因であるのみでなく二次的汚染として生物汚染が進行している。水中の窒素やリン・炭素・鉄・マンガン・ビタミンなどの成分を栄養源として藻類その他の水生植物が異常増殖するという富栄養化現象がそれである。

生活系排水は栄養的にも窒素、リンの比率がよいため、生物の増殖にとって好都合であると思われる。富栄養化による赤潮で実際に問題となっている琵琶湖や霞ヶ浦、諏訪湖での窒素とリンの流入源を示したものが表2である。富栄養化の制限因子 (limiting factor) といわれているリンについてみると、琵琶湖で44%、諏訪湖で48%と生活系排水が大きな割合であることを示している。このことは富栄養化対策として生活系排水対策が重要であり、とくにリン・窒素の削減が緊急の課題であり、合成洗剤の無リン化も一つの前進であるといえよう。

埼玉県内の河川の汚濁

生活系排水による水質汚濁の問題を全般的に述べたが、次に埼玉県内の河川の汚濁について、埼玉県の環境白書<sup>13)</sup>等を参照して考察した。県内を流れる河川は荒川水系と利根川水系とに大別され、この二水系の本交流を合わせると1664kmにも及んでおり、一級河川は139本ある。これらの河川は生活用水、農業用水、工業用水等に広く利用されているが

一方では利用された後の排水でこれらの河川も汚染を受けているといえる。

県内主要河川の汚濁状況を図4に示し、また水質汚濁の指標であるBODで河川の汚濁をみたのが表3である。汚濁の最も激しいのは草加市内を流れている伝右川であり、また比較的大きい河川としては綾瀬川の汚濁が著しい。

表3 埼玉県内河川汚濁ワースト10

順位	河川名	地点名(所在地)	BOD (ppm)		
			53年度	52年度	51年度
1	伝右川	伝右橋(草加市・足立区)	100	① 96	①159
2	白子川	三園橋(和光市・板橋区)	90	② 68	③46.8
3	黒目川	都県境上流(新座市・東久留米市)	63	⑩ 26	⑤34.3
4	古綾瀬川	綾瀬川合流点前(草加市)	57	③	②56.2
5	不老川	不老橋(川越市)	56	④ 33	⑩27.8
6	黒目川	東橋(朝霞市)	51	⑭ 23	①26.3
7	藤右衛門川	柳橋(浦和市)	40	⑤ 32	⑨27.9
8	笹目川	市立南高脇(浦和市・戸田市)	39	⑧ 27	⑬25.3
9	荒川	16号交差点(大宮市)	35	⑰ 17	⑳17.4
10	綾瀬川	都県境地点(八潮市・足立区)	34	⑦ 31	④45.5

(埼玉県環境白書1979) ○内は各年度の順位

これらの河川汚濁の原因もやはり、工場、事業場の他生活系排水の占める割合が大きい。綾瀬川の汚濁のBOD負荷の割合は表4の如く生活系排水が45%も占めている。草加市や越谷市のような下水道未完の市街地を通る綾瀬川では生活排水の影響が高いことを示している。

生活系排水による河川汚濁の減少をはかるた

表4 綾瀬川のBOD発生負荷割合

	生活系	産業系	畜産系
BOD	45%	54%	1%
COD	27%	72%	1%

(埼玉県環境白書1977)

表5 埼玉県内河川LAS濃度ワースト10

順位	河川名	地点名(所在地)	LAS (ppm)		
			53年度	52年度	51年度
1	白子川	三園橋(和光市)	3.9	②2.7	③1.62
2	藤右衛門川	柳橋(浦和市)	3.5	④0.91	⑤1.35
3	〃	松声橋(川口市)	3.3	③2.0	②2.8
4	不老川	不老橋(川越市)	2.9	⑤1.9	④2.15
5	元小山川	県道本庄妻沼線交差点(本庄市)	2.3	①3.4	③3.02
6	新荒川	山王橋(川口市)	2.1	⑥0.71	⑦1.8
7	黒目川	都県境上流(新座市)	2.1	②0.51	③0.20
8	〃	東橋(朝霞市)	2.0	⑤0.33	0.12
9	伝右川	伝右橋(草加市)	2.0	⑦1.6	⑥1.92
10	柳瀬川	二柳橋(所沢市)	1.7	⑧0.23	0.18

(埼玉県環境白書1979) 〇内は各年度の順位

めには、下水道の整備促進、また整備された区域内の水生化促進が必要であるが、埼玉県下での下水道普及率は51年度末で19.5%、55年末で28%に達する予定であり、今後下水道の整備事業によって県内の河川汚濁も徐々に改善されていくであろう。

生活系排水による河川汚濁を明らかに示す例として県内各河川の合成洗剤のLAS濃度を測定した結果を表5に示した。LAS汚染

の著しいのは白子川であり、次いで県南の都市部を流れる中小河川である。

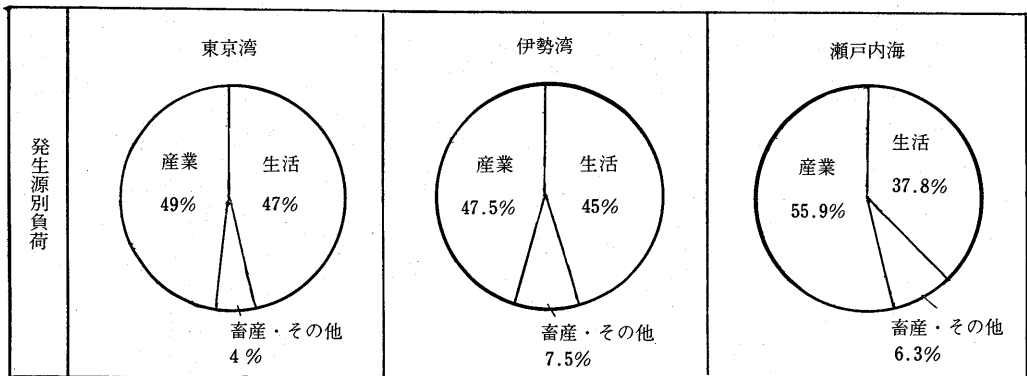
全地点のLAS濃度の平均値は0.60ppmで水道法による水質基準の0.5ppmを越えており、水道の取水は行なわれていないとはいえ水質基準を越える河川が多いことを示している。これらの河川は前述と同様に人口密集地域を流れており、生活系排水が河川汚濁に大きく影響していることが考えられる。

### 元荒川の水質汚濁

埼玉県内の河川も他の府県と同様生活系排水による汚濁が著しいことがわかったが、次に大学前を蛇行して流れる元荒川についての著者らの分析結果をもとに考察した。

元荒川は熊谷市南部に水源をなし途中で大落古利根川、新方川とともに中川へ合流している一級河川であり、長さ約61km、流域面積約205km<sup>2</sup>に及び東京湾に注ぎこんでいる。

越谷市付近の元荒川を主に上流、中流、下流と三地点に分けて採水し、一般的水質汚濁の指標としてCOD(化学的酸素要求量-BODと同様に水中の有機物の汚染量を示す)を、また生活系汚染のしつとして合成洗剤のLAS濃度を3~5回につき分析し、平均値を表6に示した。COD、LAS濃度ともに下流になるほど汚染されていることがわかるが、県下の汚濁河川の伝右川、綾瀬川ほどには悪



注) 1. 昭和50年度の推定値である。

2. 環境庁調査による。

(出典：山中芳夫・用水と廃水Vol.21, No. 9, 1979)

図3 3海域のCODの発生負荷構成比(試算)

化していないといえよう。

越谷市に都市化が進んでいる現況にあっても上流の方はまだ清流であり、流入する生活系排水は流量が多いための希釈と自浄作用で悪化を防いでいるといえよう。とくにLAS濃度では埼玉県下の平均値0.60ppmに比べ明らかに低く最高の大沢橋でも0.16ppmであった。

環境庁が行なった全国重要河川 LAS 濃度測定結果<sup>14)15)</sup>では、最高0.08ppm、最低N.D(検出せず)である。このことから考えると埼玉県下の河川の場合は汚濁が激しいとはいえ、高濃度すぎるように思われる。しかし南荻島地区を流れる末田用水のLAS濃度を分析した結果が表7であるが、平均値0.54ppmと高く、生活系排水による汚染がひどいものと思われる。この用水は本来は農業の灌漑用水が主目的であるが、現在は家庭排水の放流も兼ねているため流量が少ないことも影響

表6 元荒川のCOD・LAS濃度の平均値

単位：ppm

流域	地点名	LAS	COD
元荒川	上流 切橋	0.06	6.82
	上中流 鴨場南端	0.06	8.80
	中流 出津橋	0.12	7.26
	中下流 神明橋	0.11	8.37
下流	大沢橋	0.17	10.4

(著者らの測定による)

表7 末田用水のLAS濃度

単位：ppm

採水地点	LAS	平均値
1	0.46	0.54
2	0.19	
3	0.97	
4	0.55	

(著者らの測定による)

して汚染を直接的に受けてLAS濃度も高くなったものと思われる。

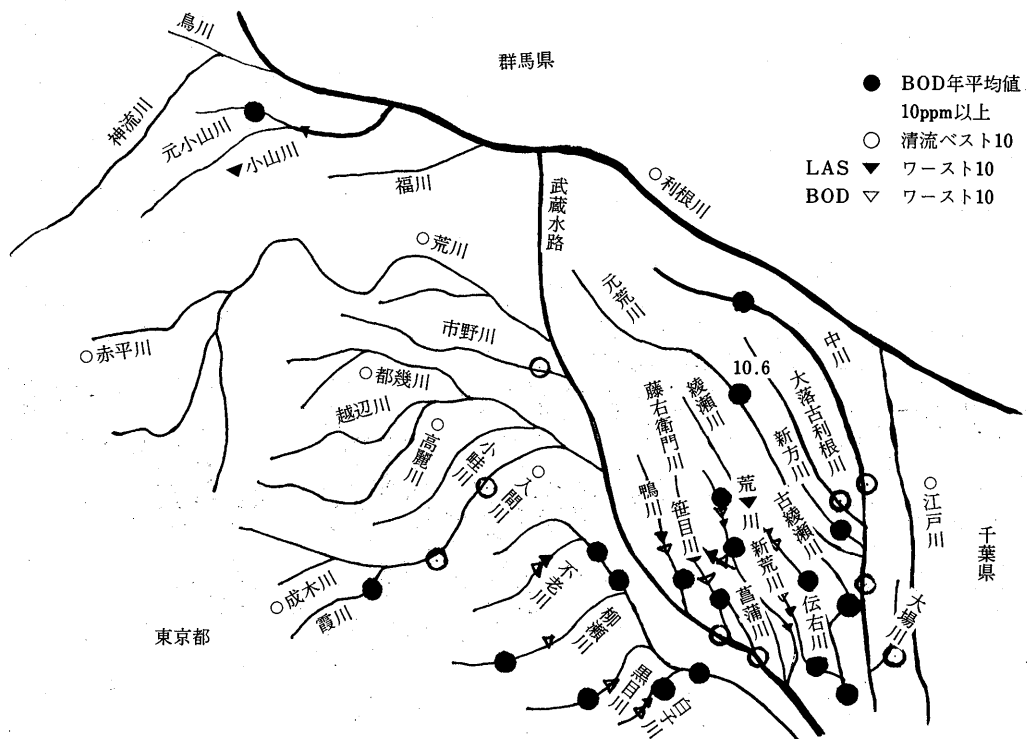


図4 埼玉県内主要河川の汚濁状況

また著者らが参考に行なった水道水中のLAS濃度は0.02~0.06ppmであり、当然のことながら水道法による水道法による水質基準以下であった。また多摩川のLAS濃度は、0.25ppmであり元荒川よりも高濃度の値を示している。このことは元荒川よりも多摩川の方が生活系排水による汚濁が進んでいるといえる。元荒川の場合もさらに都市化が進み流域の人口集中化が激しくなると生活系排水による汚濁が進行することは明らかである。流域の下水道の整備を一層進めるべきであろう。

著者らが昭和54年度に行なった元荒川流域住民を対象としたアンケート調査結果<sup>6)</sup>では流域住民の約70%が元荒川の水質汚濁に家庭排水中の合成洗剤も一因をなしていると憂慮しており、また地域の公共下水道の完備を切望していることが明らかとなった。

地域住民の生活環境として元荒川の汚濁を現在以上悪化させないために流域住民の無リン洗剤の使用および国、県の下水道整備事業の遂行などを急がねばならないであろう。以上のことから合成洗剤の安全性の点から、また、環境汚染の面からも合成洗剤使用の問題はより多面的な究明の必要があることを再認識するとともに、この現状を把握して、生活者、製造企業、行政、研究機関が各々の分野で、人間の生命維持、環境保全ということを考慮し、生物の生態系をこれ以上悪化させないためにも、合成洗剤問題解決のために真剣に取り組んでいかなければならないであろう。

最後に本論文を御校閲下さいました並木貞博士に深謝致します。

1980.9

## 参 考 文 献

- 1) 越谷市役所市史編さん委員；越谷市史第1巻，1975.
- 2) 佐藤ら：文教大学紀要第9集，P. 35 1975.
- 3) 佐藤：文教大学紀要第11集，P. 91 1976.
- 4) 佐藤：文教大学紀要第12集，P. 69 1978.
- 5) 佐藤：生活科学研究第1集，P. 41 1978.
- 6) 佐藤：生活科学研究第2集，P. 40 1979.
- 7) 佐藤：人間科学研究第1号，P. 115 1979.
- 8) J. C. Codon, E. W. Mauer, A. J. Stirton. J. Amer. Oil. Chem. Soc., 49, 174, 1972.
- 9) 伊藤他：衛生化学，Vol. 22, P254 1976.
- 10) 東京都水道事業年報，昭和47年度.
- 11) 武藤：用水と廃水 Vol. 19, No. 5, 1977.
- 12) 山中：用水と廃水 Vol. 21, No. 9, 1979. 1
- 13) 埼玉県環境部環境管理課：環境白書 1976~1979.
- 14) 昭和49年度化学物質調査実施要領から化学物質 環境調査分析方法(その二)，昭和50年2月 環境庁企画調整局環境保健部保健調査室発行.
- 15) 同上(中間報告)，昭和50年12月発行.  
(1980年9月26日受付)