

窒素, リンの排出負荷量に関する研究 (海域汚濁に関する研究, 2)

山口大学工学部 中西 弘 ○浮田正夫 池迫成志

1. まえがき

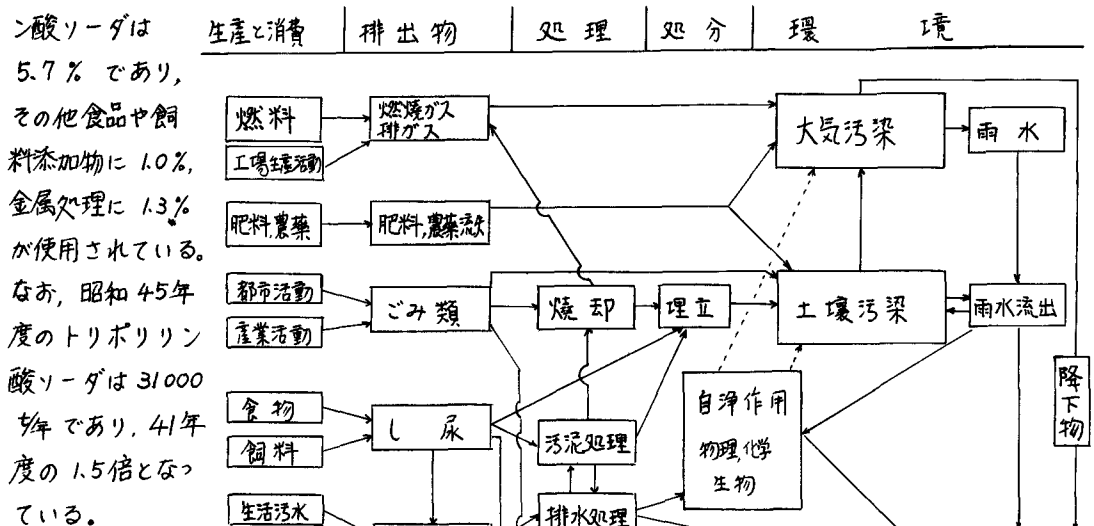
琵琶湖の臭い水や瀬戸内海の赤潮など, 富栄養化物質による水質汚濁が大きな問題となってきた。しかしながら我が国の富栄養化防止の研究はまだ歴史が浅く, 排出源の実態も十分に把握されていない。

報告者らは昨年度において臨海工業地帯の排出調査を行ってきたが,¹⁾²⁾ 今年度はさらに窒素やリンの問題をつめ, 図, 1 に考えられる人為的な汚濁経路を示し, それぞれの排出源について詳しい検討を行なった。特に実態がほとんど明らかにされていない工業生産中の窒素とリンの排出損失, 窒素やリンの工業生産品目とその量, あるいは都市および工業活動により大気中に放出される窒素酸化物の量などの評価を行ない, 最後に我が国の総排出負荷量を試算してみた。

2. 我国の窒素およびリンの生産量

Delwiche (1970) によれば世界の窒素固定量は 8.16×10^7 ㄱ年であり, そのうち生物によるもの 53.9%, 工業によるもの 36.8% (3.0×10^7 ㄱ年), 無機物によるもの 9.3% となっている。³⁾

一方, 我国の工業による窒素固定量は, 昭和 42 年度 0.2523×10^7 ㄱ年であり, これは世界の工業生産量の 8.41% に相当している。なお昭和 46 年度にはアンモニアの合成量は 32.8% 増加する見込である。工業によって合成されたアンモニアを原料にして生産されている窒素製品の種類や量についてのまとまった資料がないので文末に示した文献を参照して図 2 を作成した。図 2 より明らかに窒素の 77.8% は肥料となっている。窒素製品のうち, 肥料, 硝酸などは流出しやすく, 水質汚濁に関係が深い。昭和 41 年度のリンの製品と生産量との関係を整理して図 3 に示した。リンについても大部分が肥料として使用され, 87.8% を占めている。洗剤として使用されているトリポリリン酸ソーダは



3. 工業排水原単位

つぎに主要な工業について, 主と

図 1 水域汚濁の経路 (人為的なもの)

図2 我國の化学工業における窒素の用途及び収支 (S.42)

(単位: N 1000 5/年)

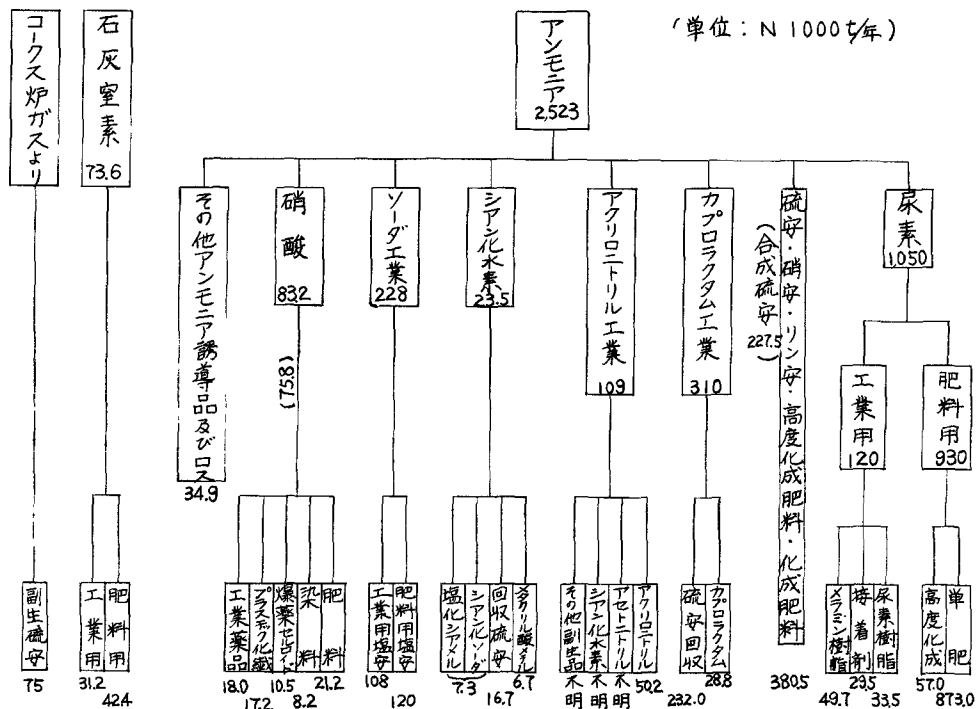
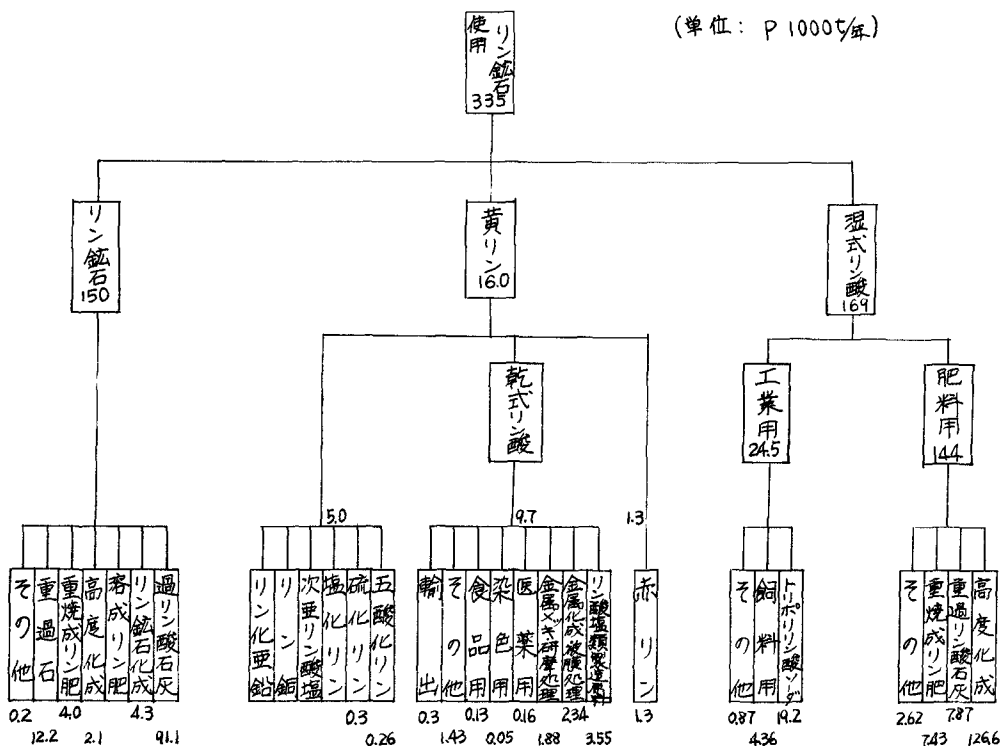


図3 我國の化学工業におけるリン製品生産量 (S.41)

(単位: P 1000 5/年)



して文献4,5)を参考にしてプロセスにおける窒素の損失率を計算した。(表1) アンモニア、硝酸は比較的揮発性がつよく排水中の損失とともに大気中への損失をきりはなしては考えられない。したがってパイプづぎめからのロスや圧調節の排気によるロスなどのために、やむをえないロスが他の物質に比して大きい傾向を示す。製品収率の向上は企業にとって当然きびしく追求されているため、文献に記載された値より実際はもう少し小さい可能性もある。備考に数例について排水実績より比較した。肥料製造についての損失率は顕著に大きくはないが、ナイロン(カプロラクタム)、ポリウレタン(TDI)、アクリロニトリル(HCN)、メタクリル酸樹脂(MMA)製造などにおいては、これら物質中に固定されるN量が少ないか、まったくないにもかかわらず多量のNが用いられ硫酸の形で回収されるが、概して損失率は大である。アンモニアはまた廃硫酸の中知に用いられているものもあり、全硫酸の半分近くは回収硫酸である。(カプロラクタム、シアン化水素、酸化チタン etc.) 銅アンモニア入絹においてはかなり多量のアンモニアが溶剤として使用される。硝酸はニトロ化、硝酸酸化に用いられどちらも損失率大である。特に硝酸酸化の場合は理論的には回収しないかぎり100%である。3名のアジピン酸を製造する中小工場が突に人口当量にして5.5万人に相当する。備考に数例について排水実績を示す。損失率が求められないもので、排水実績のあるものについては製品あたりN損失量を示した。

表2には同時に主として文献4,5)を参考にして、Pのプロセスロスを示した。一般にNに比してPの収率はほぼ90%以上でロスは少ない。備考に、2~3の例について排水実績よりの損失率と算出した損失率の値を比較した。排水回数少なく、又Pの場合はセッコウや泥澱物の方にロスがあるために両者の間にながりの差がある。J工場は湿式リン酸を製造し、トリポリリン酸ソーダと高度化成肥料を作っている。Pの取扱い量は65.7t/日である。K工場は塩酸湿式法により70t Pに相当するリン酸を製造している。L工場は33t/日のリン酸カルシウムを製造している。J工場について、表2-1の収率からのロスと実測値はよく一致した。通常リン酸工程排水はソーダ工場などより出るカルシウム塩と共に泥澱処理を行なわれることが多く、J工場の場合も除去率99.5%の高い除去が行なわれている。このような処理を経たJ、K工場の排水はそれぞれ取り扱いPもどまり1および2kgのPを排出している。表2-1にはふれていないが金属表面処理、メッキ工業用洗剤、清カン剤などはそれぞれの使用工場からは結局100%流出することになる。家庭用合成洗剤のビルターであるトリポリリン酸ソーダも又各家庭を通過して100%排出される。水域の富栄養効果は単に栄養物質の排出量によるものではなく、その利用されやすさが問題である。業界では近年、10%強の増産率を毎年見込み続けているが、その予め放置しておいていくものか非常に疑問である。次に、N、Pは生物に關係の深い元素であるから天然物工業もN、P排出源となる。表3に天然物工業の排水におけるN、P排出原単位を著者らの調査と文献調査に基づいてまとめた。富栄養化に関わりの深いものとしては発酵醸造工業、特に畜肉、魚肉加工、乳製品工業などである。原則として無処理の排水についての原単位である。Pについての分析値は皆無に近いので標準食品分析表より算出したN/P比を利用してPの値を求めた。その内米卵を付したものは実測値又は文献記載の値である。生産量は主に工業統計表より、S.42年の出荷量を記した。バルブ、デンプンなど天然物工業に限らず、石油工業などにおいてもN、Pを添加して有機物の生物処理を行おうとする動きが最近活発になってきたが、N、Pの問題からみれば他の排水のN、Pを用いて不足分

表1. 工業における窒素の損失量 (工業排水原単位)

製品名 (t)	製法	原料	N損失率(%)	備考
アンモニア 3,062t	IG カザレー スウザー ニューデ ケロック	$\text{Na}_2\text{H}_2 = 1/3$ 混合ガス	5 2~4 6 5~8 6~11	これらのロスは未反応ガスのもれ、液安のもれ、ガスのパーシ、アンモニアの排出としてCO吸収装置より2.6kg N/t → 燃料アンモニア槽よりの放出75% 回収後0.075%と認められている。文献 中村 (1971)
尿素 2,292t	東丘完全循環法 ソウダモンテカニ 東丘AB法 他	NH_3 0.57 0.58	0.85 2.5	1594年の尿素を生産するA工場について2のロスとすれば4もN/tとなり、排水実績は1.26t N/t となる。
硫酸 2,593t	合成法 1,073 副生硫酸 354 回収硫酸 1,116	NH_3 0.282 H_2SO_4 0.78 23%硫酸 4.4	1.7~1.85 3.7 1.2~1.0	硫酸収率は96.7%であり、合成法の均合 NH_3 収率98.9%に対して硫酸収率98.7%であるので、この硫酸収率より副生硫酸の NH_3 収率を求めると96.7%より96.3%となる。
化成肥料	(19-42) (15-15-11) (16.6-16.6-16.6) (22-11-11) (20-30)	NH_3 0.244 リン酸 0.862 硫酸 0.420 NH_3 0.23 HNO_3 0.66 0.16 0.45 0.39 1.10	5.4 4.4 7 4.8 2.8	乾燥工程中の排気によるロスもある。 黒柳沢「公害と対策」Ⅲ (8) 35 (1967)
硝酸 348t	ハキストウデ法	98% HNO_3 他 0.29	min 3.2 8.7	ガスの排気だけで焼処理の場合5.7%ロス、濃縮工程での排気ロスはない。接触式排ガス処理1.02%ロス、アルカリ洗浄装置0.37%ロス
塩 577t	ソーダ灰併産法	0.933 ほか1.0 ソーダ灰の併産	3.7	17t NH_3 を使用し、700%ソーダ灰、塩母52.5%を製造するB工場の排水実績は17t (14.9t N/t) で2.7%。
ソーダ灰 1,018t	アンモニアソーダ法	0.003	100	原単位より計算すると2.34t/day となりほぼ一致する。
カプロラクトム 230t	直接酸化法 BASF	NH_3 1.62 副生硫酸 4.75 (ソーダ灰併産) NH_3 0.95 副生硫酸 2.7	16 12	工場ききとりでは軽位硫酸の製品工程分をのぞいて12%のロスと言ったことである。 排水実績は2%ロスとして約4.4t N/t となると3.5t N/t である。硫酸以外の副生物へのロスや排気中のロスがかなり大きいようである。
アクリロニトリル 190.27t	SOHIO法	NH_3 0.82 副生硫酸 2.22 NH_3 0.6-0.8 (アロピレン)	13 54	ロスのうち副産物としてアロピレン・シアン化水素が生じる。正味のロスは不明。
シアン化水素	Andrusson法 青化ソーダ法 ホルムアミド法	NH_3 0.98~1.0 (天然ガス)	18.2 8 21.2	ロスのうち14.5%は分解して窒素になる故に正味のロスは3.7% 硫酸で回収する。正味のロスは不明
シアンナトリウム 20.43t		NH_3 0.424 (コナス石炭・木炭)	18.6	
メタクリル酸メチル 367.62t	(MMA)	HCN 0.93-0.96 (アセトンメチル)	13	69kg N/t MMA
TDI 17.762t		HNO_3 トルエン		D工場(20%の生産量) 50kg N/t ニトロ化アンモニアによる混酸の中間 E工場(47%の生産量) TDI, MDI 53kg N/t ニトロ化
ニトロセルロース 17.034t		conc. HNO_3 0.95 (リジナー)	58	
ニトロベンゼン		HNO_3 0.535 (ベンゼン)	44	
アニリン 245.00t	気相還元法	ニトロベンゼン 1.955 (水素)	40 (回収) 2	
尿素樹脂 25.356t		尿素 0.29 (ホルマリン)		
メラミン 379.60t		尿素 31-33 NH_3 1.2-1.3		
硫酸ヒドラジン		尿素 0.867 (次亜塩素酸ナトリウム)	36	
エチレンジアミン		NH_3 0.89	36	
ベンゾニトリル		NH_3 0.33 (EDC)	50	
ABS 42.573t		アクリロニトリル ベンゼン スチレン		F工場(32.4t/年の生産) 1.2kg N/t
硫酸 (硫酸水) 1020.00t	鉛置法 半塔式 塔式			2.9kg N/t 鉱石 2.1kg N/t 2.5kg N/t
アジベン酸 酸化チタン 100.000t	硝酸酸化 硫酸中和	HNO_3 1.3 シロリヤン・シロリヤン	100 2	290kg N/t 製品 (G工場 1,100t/年の生産) 3.6t 硫酸 (H工場 1,000t/年の生産) 79kg N/t
鉄鋼	酸洗 (冷延帯鋼)	100		I工場(酸洗処理鋼)日処理鋼量430t/day 90%操業率と 日処理鋼量430t/day に対して排水実績から 3.3kg NO_x -N/t

ギョフラ 25.2714kg	銅アモニア浴	NH ₃ 0.06 (リソグ)	100	60kg N ₂ ギョフラ 実際にはもう1回回収されているようだ。
コークス ₂ 炭 石炭ガス	乾留	石炭中のN		石炭中の石炭の約1%副生、メガス液が1セリ 70~100Lバ 生ガス液 脱アモニア処理 0.338kg% 0.0184kg% 左ノール除去のため NP添加して油性汚 泥を処理 8.17kg% 水
石灰窒素 326.000		N ₂ 270 m ³ (カーバイド)	62	N ₂ よりのNロスであるため損失率大である。 正味のロスは不明

* 鈴木「用水と排水」3(7)15(1961)

表2-1 各種製品におけるリンの収率

製 品 名	製品 原単位	収率(%)
リン酸(乾式)	H ₃ PO ₄ 85%セリ 黄リン: 280kg	96.9
リン酸(湿式)	H ₃ PO ₄ 85%セリ リン鉱石: 1600kg	93.8
黄 リ ン	黄リンセリ リン鉱石 8200kg	98.0
赤 リ ン	赤リンセリ 黄リン: 1050kg	93.5
リン酸ソーダ	リン酸ソーダセリ 89%リン酸: 1000kg	92.0
リン酸カルシウム	リン酸カルシウムセリ 75%リン酸 770kg	98.7
リン酸カリウム	リン酸カリウムセリ 75%リン酸 970kg	99.0
トリポリリン酸ソーダ	製品セリ リン酸80% 960kg	94.9
三 塩 化 リ ン	三 塩 化 リ ンセリ 黄リン: 240kg	94.4
五 塩 化 リ ン	五 塩 化 リ ンセリ 三 塩 化 リ ン: 900kg	94.2
オキシ三塩化リン	オキシ三塩化リンセリ 三 塩 化 リ ン: 800kg	99.5
二五硫化リン	二五硫化リンセリ 黄リン: 280kg	99.7
過リン酸石灰	過リン酸石灰0.7%セリ リン酸石灰0.32% 575kg	92.4
食塩リン酸石灰	食塩リン酸石灰セリ リン酸石灰400kg 1% 350kg	88.7
溶成リン肥	20%リン酸石灰セリ リン酸石灰 590kg	93.1
焼成リン肥	焼成リン肥セリ リン酸石灰900kg 1% 350kg	99.4
化成肥料 (過リン酸石灰系)	(8-8-8) 製品セリ 過リン酸石灰0.7% 505kg	93.0
化成肥料 (リン酸石灰系)	(8-7-6) 製品セリ リン酸石灰0.32% 280kg	88.0
一リン窒	一リン窒製品セリ リン酸石灰0.100% 540kg	96.3
リン酸アモニア	製品1000000セリ リン酸 40% 400kg 1500	90.0

表2-2 リンの損失の実例 (昭和43年度)

	項 目	Pの量(%)	損失率	備 考
J 工 場	理論値	原料リン鉱石 65.8	11.0	原料鉱石中のリンの計算には70%77% を使用、酸を作る時のリンの収率は94%、2次 製品を作る時の収率は95%と合成収率は89% として計算。
	工場より排出 される量	7.24		
K 工 場	実測値	工場より排出 される量 (沈殿池入口 排水口より 副生セリ) 7.15 6.25 0.04 0.86	10.9	沈殿池での除去率は91.5%と高い効率を有 している。副生セリはリン酸1セリ43kgの 生成されるとして計算を行なった またリン採取量1セリ1kgのリンが排 出されている
	工場より排出 される量	0.17 (沈殿池出口 排水口より) 0.02 0.15		
L 工 場	理論値	原料リン鉱石中 7.59	1.3	理論値はデータ不足のため、また沈殿 池入口のデータはないため、出口のデータ を用いた。この工場ではリン採取量1セリ 1kgが排出される
	工場より排出 される量	0.1		
M 工 場	実測値	工場より排出 される量	0.006	0.08
	工場より排出 される量			理論値より非常に少ない値であるがその 原因として他の排水口等より排出している か、回収利用しているかなどが考えられる

4. 都市、農村、ごみ、燃料の排出原単位

都市下水や家畜関係の排出原単位についてはすでに多くの調査がありかなりの精度が得られているが農地よりの肥料の流出量や燃料より大気に放出されるNの量などについてはデータが不足しており、表4に示すように文献を参考にして一応推定したが、今後検討しなければならない問題が多い。とくに大気に放出される窒素化合物は莫大な量であり、雨水を通じて水域に供給される量に注意しなければならない。

5. 我国におけるN、P排出量の試算

前章までにまとめた原単位を用いてNについては昭和42年、Pについては41年の我国におけるN、P排出量を試算した。(表5) 但しPについては工業関係の昭和41年のデータと農村、都市関係の昭和42~43年のデータと交錯しているが、後二者についてはそれほど変化の激しくないものと思われるので、昭和41年における試算と考えてよいだろう。化学工業関係については今回は、アンモニア固定N、使用されたリン鉱石中のPに対し、オーバーオール損失率をそれぞれ、N20%、P10%と仮定して、排出量を推定した。天然物工業関係については、工業統計表の出荷額統計をもとに、他の主な製品についてややきめこまかく推定を行なった。肥料流出については昭和43年全肥料使用量

表3 天然物加工工場排水原単位

	製品及び出荷額	ベース	排水量 原単位 (6.4) (m ³ /kg)	BOD 原単位 (10) (kg/kg)	N 原単位 (1.7) (kg/kg)	P 原単位 (0.068) (kg/kg)	処理方法 除去率など	文献No
農 産 加 工	(単位 トン)							
	小麦粉 3555 パン菓子 3000	製品ト	64~83	11.4	0.58	0.085	大野ら「用水と排水」13(6)16(1971)	
	その他 めん 805 即席めん 209							
	でんぷん工業 1309 甘しの場合 原料ト	20	COD 34.1	14	*0.19	渡辺ら「用水と排水」13(6)13(1971)		
	砂糖糖蜜精製 1100	粗糖ト	25~100 (60)	COD 1.4	0.3	*0.6	「用水排水便覧」1208p	
	てんさい糖 1100	原料ト	11	15.6	0.12	0.009	「用水と排水」4(12)61(1962)	
	製あん	原料ト	40~50	43	1.15	0.086	かす145 kg/t 大野ら(1971)前出	
	さらし飴	原料ト	50~60	220	11.7	1.17	田中ら「水処理技術」5(6)1(1966)	
	ビール 257.8 ^{kg}	冷却水別 毎処理排水	18.4%	27	0.91	0.182	活性汚泥CODカット率99% N除去率90% 余剰汚泥の利用0.36kg N/kg 0.078kg P/kg	文献6)
	高濃度アルコール飲料 アルコール濃糖は 745	どろし小麦 蒸留廃液	2.0 5.5~9.5	147 82.0	1.68 6.6	0.336 *3.6	たれ流しも多い	文献7)
糖蜜	糖蜜	3~3.5	81.0	2.6	*1.1	メタン発酵 活性汚泥で処理される。		
林 産 加 工	その他 清酒 182.6 ^{kg} ソフト飲料 1675 ^{kg} 醸造調味料				241.8	1-スト 38		
	化学調味料 138 飼料 5629 有機質肥料				173			
	抗生物質 ペニシリン製品kg 30~38		160	16	2.6			文献7)
	工場 (糖蜜 8.25 t/日 でんぷん 3 t/日, アモニウムを用いて) 発製品ト	150	COD 240	23	*1.9	*たれ抗生物質は1kgを1tとみなした		
	植物油 1,085 ^{kg} なたね油	製品kg	0.08		0.0045	0.0013	大豆油はN・P排出量は僅少	文献8)
	果物加工 377	原料 みかん ト 39 桃 ト 52~75	14.3 23.5	0.5 3.2	0.05 0.457	0.05	外果皮廃棄はスクリーンカスは埋立または焼却 中和沈殿 活性汚泥 BOD 35% 69% 文献9) N 26% 87% (10)	
	その他 野菜缶詰 102 漬物 450 綿 590 絹 28							
	100% 6.233 紙 5700	S・P法ア (Mg Na)イソマツ	乾100%ト 10(特殊紙)	48~55 同上 160~230	26~40 2.8~1.8	*0.43~0.65 *0.2	吉川「工業用水」(109)100(1967)	
	ゼン 530	ビスコース 444	製品ト 840(総合)	COD 25	2	*0.33	アルコール発酵に利用する 中和ばね泥殿処理後(CODカット率は86%)	
	アセト 51 キュ707 25 (N原単位60)							
畜 産 加 工	食肉 203 と場	豚1頭	0.6~1	071~092	0.35~0.14	0.0055	伊藤ら「用水と排水」13(3)39(1971)	
	畜肉加工 348 食肉加工	製品ト	45	40~70kg	7~8	0.51	580gの粗大加工 活性汚泥N83% P49% 荒井ら「公害と対策」5(11)35(1969)	
	牛乳 2300 乳製品(乳)	処1頭ト	4	1.6	0.16	*0.035	活性汚泥 N43~73 99%含水汚泥 2% 大野ら「用水と排水」13(2)21(1970)	文献11)
	皮革	原皮ト	53.0	82.2	16.1	—		文献7)
	毛織 195 洗毛	羊毛ト	10	60	6.4	1.3	小野ら「用水と排水」3(10)1(1960)	文献7)
	乳製品 858 動物油脂 276							
水 産 加 工	魚かん 553 魚肝油精製	粗油ト	2	54~130	3.6~5.2	0.36		文献7)
	魚肉加工 かまぼこかわ 605 かまぼこ	カンマ グジラ 魚処理量ト	2 33	16~38 145	0.6~2.4 10	0.05~0.2 0.667	中西34「中海干拓事業振興地区汚水調査」	
	その他 114 ヴーゼジ 278 にほひくんせいetc. 577 のり海草加工 217 その他水産食品加工 640							

表4. 都市, 農地, ごみ及び燃料よりの排出原単位

		N 原単位	P 原単位	備 考	
都市 および 人間	人間	し尿	8.75 g/人・日	1.2 g/人・日	S.42 文献 100,243 人
		雑排水	2.43	1.3	1) 琵琶湖調査 工本学会 昭44
		計	11.18	2.5	2) 建設省報告書昭46
	都市下水	13.2 ~ 20.1 平均 16.6	1.7 ~ 2.9 平均 2.3	商業, 中小企業などの排水を含む. 浮田, 中西 2)	
	都市ごみ ビート汚水 その他	6.9 g/t 245	0.46 g/t 24	ごみ汚水には残灰冷却水, 洗煙排水 ごみビート汚水, 洗車汚水がある。3) 公害対策 センター 昭46, 1969.10	
農村	米	施肥量 100 %/年	施肥量 66 %/年	N, Pの農地よりの流出率は場所 によってかなりの差がある。文献 14) 17) (15) (16)	
	麦	80	30		
	豆, 仁, 雑穀	40	18	作付延面積 S.44 米 3274 4ha 麦 604 豆, 仁, 雑穀 1400 野菜, 果樹など 1530	
	野菜, 果樹など	270	78	肥料総使用量 S.44 N 907 4t P 304 17) 文献 1)	
		流出率 30 %	流出率 5 %		
	家畜	豚	37 g/頭・日	24 g/頭・日	S.42 4頭 豚 5,975 牛 2,928 馬 240 文献 18)
		牛	277	49	
馬		167	41		
にわとり		2.28	0.57	にわとり 157,408	

		N 排出量		備 考
ごみの 焼却	都市系	NH ₃ -N 1/t 0.1	NO _x -N 1/t 0.28	S.42 760 g/人・日
	工業, 商業系	0.03 ~ 0.15	0.28 ~ 0.41	76,200 t/日 文献 (13) (19)
	家庭用	0.3	0.14 ~ 0.28	要焼却率 62 %
	デパート	0.12	2.0	
	団地	0.93	0.94	
燃料の 燃焼	ガソリン	4.12 g/l	消費量 440/年 13,841	その他には, 都市ガス, LPG, 天然ガスの 燃焼があるが, ガスの燃焼は 窒素酸化物の排出に, かなり大きな 部分を占めるといわれる. 試算には, 2.3の文献があったが それらの数値に疑問があり, ここでは 公害衛生工学大系Ⅲ(p.58)のデータより 比列図に依り推定した. 使用量 都市ガス, 天然ガス 4,100 百万m ³ LPG 4,000 4t
	ジェット燃料	1.35	704	
	灯油	2.63	7,931	
	軽油	8.10	7,527	
	重油	3.79	63,772	
	石炭	2.76 g/kg	44/年 76,236	
	その他			

N 9074t, P 3044t に流出率N 30%

P 5% を乗じて推定した。家畜については 昭和43年のそれぞれの飼育頭数に糞尿原単位を乗じて排出源量とし、

直接影響量はこれに表の下に示した

流出係数を乗じた値としている。下水その他の項ではN 11.4g/人日, P 2.3g/人日なる原単位を用いて算出した。表には

記していないがゴミ汚水のN, P排出量はそれぞれ18%と17%である。

ゴミ焼却の排気原単位はN=0.38kg/t

を採用し、全ゴミ発生量の80%を乗じて

算出した。窒素酸化物の排出は源量では非常に大きなウエイトを占めているが、その水質汚濁の寄与度が明らかでないため、一応直接影響量の項ではふれなかった。肥料工業の盛んな中部市の雨水中の夏から秋にかけての2地点20サンプルの平均N濃度は、1.03ppmであり、これをかなり昔に分析された熊本市外0.126、大阪市外0.661、大曲町0.219⁽⁴⁾と比べるとかなり高い値を示す。また大気中のNO₂-N、NO₃-Nは両の日に顕著に少ない値を示すことによりかなりの影響があるものと思われる。天然ガスなどの燃焼には非常に多量のNO_xが発生するというデータもあるので今後注意すべき事実であろう。

6. N, P対策の考察

表5の結果、直接水域汚濁に関係しているのはNでは、化学工業、都市、家畜、肥料の順になっているが、現在N除去に対して多少とも処理対策が進められているのは都市、家畜関係のみであり、化学工業や肥料、あるいは雨水については全く考慮が払われていない。N除去の困難性からいえば、し尿や家畜などの濃厚N排出物は水系に出さず、肥料などの形で土地還元するのが最も容易だと考えられる。現在のし尿単独処理ではNはほとんど除去されておらず、下水処理においても大半のNは流出している現状であるから、いったん水系にNが入れば除去はきわめて困難である。また、活性汚泥に捕集されたNも汚泥処理として土地に還元されなければならない。さらにストリップングによるアンモニアの大気放出も最終的には雨水を通じて水系にもどってくるので根本的な対策とは考えられない。

一方化学工業におけるNの流出はプラントの収率向上や排水、排ガスの循環再利用等により相当低減させることができるが、現在Nについての水質規制がないのでこうした努力はあまりなされていない。企業の性格として排出物の回収利用は利益に結びつかなければ容易に行なわれないのが実状であるから、こうした面からもNの排出規制が必要である。大局的にみれば今日のN過剰の問題は、人間の排泄物や家畜糞尿が土地還元からしめ出され、効率のよい処理法のないまま水系で処理しようとした事と、化学肥料がこれにとって代って土地に大量に投入された事にある。したがって新しい処理体系は昔のような非衛生的な方法でなく、生活排出物の土地還元の道を見い出すことであり、この意味からの下水道や肥料政策の再検討が必要である。一方、Pの水域におよぼす影響は、家畜、都市、肥

表5 我国における窒素及びリンの排出量の推定

		農 村		都 市	工 業		大 気	
		肥料流出	家畜汚物	下水・その他	化学	食品	燃料ガス	土地焼却
排出源量	N	745 (10.6%)	1431 (20.3%)	1157 (16.4%)	1382 (19.6%)	137 (2.0%)	2170 (30.8%)	27 (0.3%)
	P	42 (5.4%)	386 (50.0%)	232 (30.0%)	92 (11.9%)	20 (2.7%)		
直接影響量	N	745 (18.3%)	888 (21.8%)	926 (22.7%)	1382 (33.9%)	137 (3.3%)	不 明	
	P	42 (8.6%)	174 (35.5%)	162 (33.0%)	92 (18.8%)	20 (4.1%)		

備考: 流出率		N	P	(単位: t/日)
にわとり・馬		30	50 %	
牛		40	30	
豚		65	50	(単位: %)
都市下水		80	70	

料の順となっているが、この対策も同様都市や家畜の排出物を土地に還元することであり、この場合にも化学肥料との競合が問題となる。手近な対策としては洗剤中のPや防錆剤のPの規制があるが、PはNと異なり比較的水系でも除去されやすいのでPを対象とした処理法は、かなり有望であろう。赤潮の増殖制限因子としても、NよりもPの方が重要であると一般に言われており、Pについての対策が富栄養化防止のためには、より効率的であるかもしれない。しかし、いずれにしても早急に抜本的かつ総合的な対策を講ずることが切望される。

参考文献

- 1) 中西, 浦, 浮田, 池迫, 松尾; 富栄養化および毒性物質を主体とした汚濁源調査(海域汚濁に関する研究), オ7回衛生工学研究討論会論文集, P. 144, 土木学会衛生工学委員会, 昭46. 1.
- 2) 浮田, 中西; 富栄養海域への窒素およびリンの流出量, 用水と廃水 Vol. 13 No. 11 昭46. 11 (掲載予定)
- 3) 宝月欣二; 海の生態, 共立出版, P. 141, 昭 46. 7
- 4) 通産省プロセスフローシート研究会編; 製造工程図全集, I, II, III, 別巻, 昭43. 12
- 5) 化学工学協会; 化学プロセス集成, 東京化学同人
- 6) 山根; プラントエンジニア, 昭45 (4) 16
- 7) 広瀬孝六郎; 工場廃水とその処理
- 8) 田代; 公害と対策, 5 (11) 29 (1969)
- 9) 脇坂; 食品と公害シンポジウム, 日農化西日本支部
- 10) 左合ら; 公害と対策, 5 (11) 17 (1969)
- 11) 土木学会; 琵琶湖の将来水質に関する調査報告書, 昭 44
- 12) 建設省下水道部; 家庭下水の原単位調査報告, 昭 46. 7
- 13) 石丸, 田中, 平山, 清水, 菱田, 栗原; ごみ焼却処理シンポジウム, 公害と対策 Vol. 4 No. 10. 1968
- 14) 奥田 東; 肥料学概論, 養賢堂, 1965
- 15) 中西, 沖村, 西尾; 水田土壌の透水性に関する研究(オ1報, オ2報), 愛知県農試報,
- 16) 松下, 藤島, 宇田川; 鹿児島県における火山灰畑地の生産力と各種成分の溶脱について, ^{オ22号}日本
土壌肥料学雑誌, オ42巻, 6号 (1971)
- 17) 肥料消費量調査表, 広島県, 昭45. 11
- 18) 矢野一郎; 日本国勢図会, 国勢社, 1971
- 19) 中村; 公害防止産業, 1 (3) 59 (1971)
- 20) 国分ら; 公害と対策, 6 (4) 13 (1970)
- 21) 科学技術庁; 徳山湾における赤潮調査最終報告書, 昭 46. 3