

## 特定事業場排水の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の測定に係る考察について

野田 俊一      田原 義雄      大庭 大輔  
堀之口 吉夫

### 1 はじめに

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下「硝酸・亜硝酸性窒素」という。）は、乳幼児のメトヘモグロビン血症防止等の観点から1999年2月に人の健康の保護に関する環境基準の項目（以下「健康項目」という。）として追加され、さらに2001年7月からは水質汚濁防止法に基づく排水規制（アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物（以下「窒素化合物」という。）を排水基準に追加指定）が実施されている。

本県では窒素化合物の測定を2002年度から開始したところであるが、窒素化合物は健康項目であり排水量の多寡にかかわらず規制対象になることや、本県では対象となる業種・事業場が多いことから相当数の事業場を測定対象としなければならない。

そこで、より効率的な監視を行うための資料とするため、1994年10月から2002年11月までに測定した事業場排水測定結果をもとに、測定対象業種の選定やその排水濃度の推定について検討したので報告する。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査事業場及び測定期間

調査事業場は、表1に示すとおり水質汚濁防止法に基づく特定施設でBOD、COD、SS（3項目を併せ以下「生活環境項目」という。）、全窒素及び窒素化合物の排水基準が適用されている事業場である。

表1 事業場数及び測定期間

測定項目	事業場数	検体数	測定期間
生活環境項目	628	5605	1994.10~2002.11
全窒素	194	1011	1994.10~2002.11
窒素化合物	15	15	2002.4~2002.11

#### 2.2 測定方法

測定方法を下記に示す。

なお、窒素化合物については、アンモニア性窒素に0.4を乗じたものと硝酸・亜硝酸性窒素の合計量で求めることとしているが、硝酸性窒素と亜硝酸性窒素については、個々には測定せず合算量で測定している。また、これらの測定方法については試料の保存が可能な方法を採用した。

硝酸・亜硝酸性窒素	: JIS K 0102 43.2.3
アンモニア性窒素	: JIS K 0102 42.2
全窒素	: JIS K 0102 45.2
BOD	: JIS K 0102 21
COD	: JIS K 0102 17
SS	: JIS K 0102 14.1

### 3 結果及び考察

#### 3.1 全窒素と窒素化合物等の比較

全窒素については、閉鎖性水域の富栄養化防止の観点から1993年10月に排水規制が実施され、本県では翌年10月からこれまで延べ194事業場1011検体が測定されている。そこで2002年度から開始した窒素化合物の測定に際しては、併せて全窒素も測定し、両者の関係からこれまでに測定された全窒素で窒素化合物を推定できないか検討を行った。

図1に全窒素、各窒素成分の合計値〔硝酸性窒素+亜硝酸性窒素+アンモニア性窒素〕（以下「無機態窒素」という。）及び窒素化合物を比較した結果を示す。窒素化合物については、0.2mg/Lから62mg/Lの範囲にあり排水基準（一般排水基準；100mg/L以下）を満足していた。また、すべての検体において全窒素>無機態窒素>窒素化合物の関係が確認された。従って窒素化合物は全窒素を超過しないことから全窒素を把握することで窒素化合

物の排水基準超過の可否を推定できると考えられる。

なお、全窒素に対する無機態窒素の比率については、それぞれの検体で異なっており、これは原水の性状や排水の処理方法等が異なるためと考えられる。

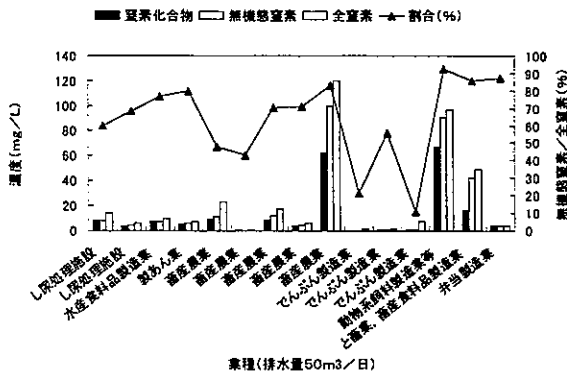


図1 全窒素と窒素化合物及び無機態窒素の比較

3.2 全窒素濃度の特定施設の種類の比較

全窒素から窒素化合物の排水基準超過の可能性を推定するため、1994年10月から2002年11月までに測定された全窒素の測定結果を特定施設の種類の毎にまとめた。その結果を表2に示す。全窒素の高い特定施設は、畜産農業、水産食料品製造業、し尿処理施設の順であった。また、3特定施設については全窒素の最大値が100mg/Lを超過している事業場もあることから、窒素化合物についても排水基準100mg/Lを超過する恐れがあると思われる。特に、畜産農業については、全窒素の最大値、平均値ともに他業種に比べて非常に高いことから窒素化合物の測定対象事業場は、畜産農業を中心に選定することが効率的と思われる。

なお、この結果は、全窒素の排出濃度については、畜

産系が他業種と比較し2桁ほど高いとする報告<sup>1)</sup>とも一致している。(表3参照)

表3 業種別原排水の特性

業種	(中央値: mg/L)			
	全窒素	全リン	COD	SS
畜産	1451	201	2030	10360
無機化学	40	2	46	62
食料品	39	8	424	254
生活関連	31	4	110	153
有機化学	30	2	334	57
繊維	21	4	252	70
金属関連	13	2	30	50
紙・パルプ	13	1	225	203
窯業	3	0.2	16	215

3.3 全窒素と生活環境項目との関係

全窒素を測定している事業場は、告示で示された閉鎖性水域に排水を50m<sup>3</sup>/日以上排出している事業場であり、生活環境項目の排水基準が適用されている全事業場の約3割である。そこで排水基準を超過する恐れがある前述の3業種について、生活環境項目と全窒素の関係から残り7割の事業場の全窒素を推定できないか検討した。

全窒素と生活環境項目との関係を表4及び図2に示す。

表4 全窒素と生活環境項目との相関係数

	畜産農業	水産食料品製造業	し尿処理施設
COD	0.757*	0.656*	0.440*
BOD	0.537*	0.508	0.412*
SS	0.530*	0.457	0.221*

(\* p<0.01)

表2 特定事業場の排水測定結果

項 番号	特定施設の種類の	届出事 業場数	生活環境項目 (1994~2002)		全窒素 (1994~2002)				窒素化合物 (2002)		
			事業場	検体数	事業場	検体数	濃度範囲	平均値	事業場	濃度範囲	全窒素
1.2	畜産農業	1215	49	320	12	45	3.9 ~ 1100	141	5	0.2~62	0.7 ~ 120
3	水産食料品製造業	405	18	151	3	23	0.30 ~ 250	62.3	1	7.1	9.5
72	し尿処理施設	211	194	1275	66	290	0.09 ~ 230	22.8	2	3.9~7.9	6.0 ~ 14
4	保存食料品製造業	82	32	266	8	41	0.16 ~ 100	12.3			
2	畜産食料品製造業	93	38	434	9	62	0.97 ~ 81	18.8			
65	酸又はアルカリによる表面処理施設	37	16	219	9	46	0.04 ~ 69	13.5			
69	と畜業	28	12	148	3	18	2.6 ~ 63	19.5	1	16	49
66.2	旅館業	564	62	484	31	176	0.10 ~ 53	9.6			
71.2	試験研究機関	99	5	41	3	16	4.0 ~ 52	22.6			
5	みそ、醤油等製造業	53	2	26	1	6	1.0 ~ 46	10.7			
67	洗濯業	359	8	68	4	17	0.6 ~ 41	17.0			
18.2	冷凍調理食品製造業	13	9	112	5	29	1.1 ~ 40	13.6			
14	でん粉製造業	53	46	544	4	33	0.20 ~ 24	4.9	3	0.2~0.9	1.4 ~ 7.5
10	飲料製造業	179	35	310	9	42	0.05 ~ 14	3.2			
55	生コンクリート製造業	138	15	38	5	16	0.10 ~ 7.5	2.3			
	その他(上記以外は省略)										

注) 上位15位までを掲載。また、データは生データを使用

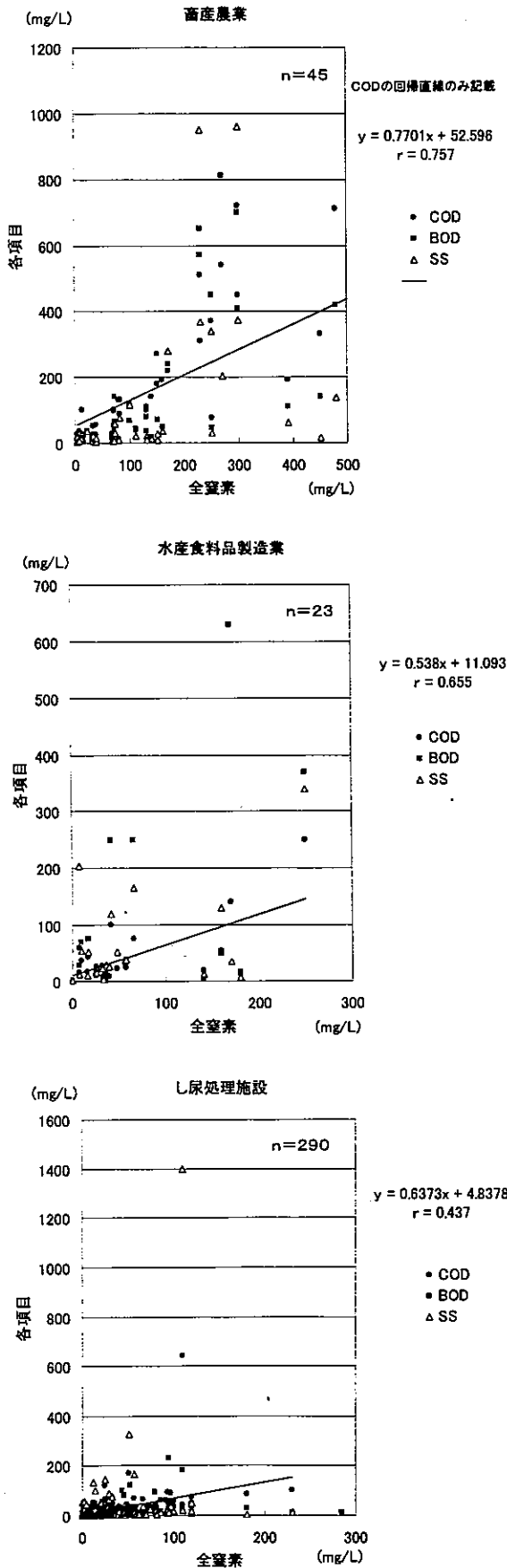


図2 全窒素と生活環境項目との相関

表4のとおり各生活環境項目とも正の相関がみられた。また、3特定施設ともCODとの相関係数が他の項目より高く、特定施設の種別では、畜産農業、水産食料品製造業、し尿処理施設の順に相関係数が高かった。なお、生活環境項目による全窒素の推定については、特異なデータもみられるため全窒素を推定するためには、さらにデータの蓄積が必要と思われる。

### 3.4 小規模事業場（養豚場）の窒素濃度

これまで考察してきた事業場は、排水基準が適用される50m<sup>3</sup>/日以上 of 事業場であるが、ここでは、特に全窒素が高い畜産農業のうち小規模な事業場を対象として検討した。

図3にK市で調査した排水量50m<sup>3</sup>/日以下の養豚場の無機態窒素の測定結果を示す。

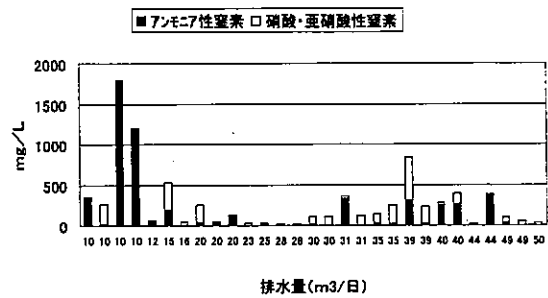


図3 養豚場の無機態窒素濃度

対象事業場は、同一業種であることから原水の性状はほぼ同一と考えられるが、その処理排水の無機態窒素の割合は各事業場毎に異なり一定ではない。これは排水の処理方法の違い等によるものと考えられる。

次に、無機態窒素より求めた窒素化合物のヒストグラムを図4に示す。

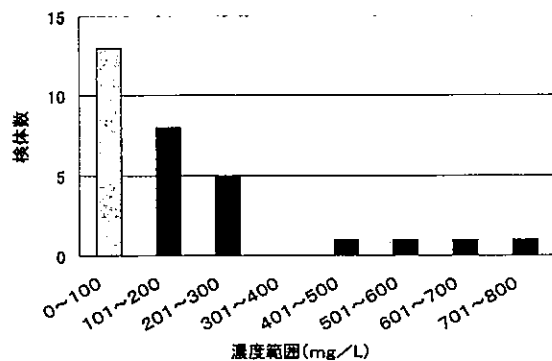


図4 窒素化合物濃度のヒストグラム

濃度の低いほうから100mg/L以下13検体 (44%), 101mg/Lから200mg/Lまでが8検体 (26%), 201mg/Lから300mg/Lまでが5検体 (16%) となった。これらはすべて、現在、畜産農業に適用されている暫定排水基準1500mg/Lを下回ってはいるが、一般排水基準100mg/Lが適用されると、過半数が排水基準を超過することになる。従って、今回の結果では排水量が少なく生活環境項目としては規制のかからなかった小規模な事業場でも、健康項目である窒素化合物については排水基準が適用されて、一般排水基準100mg/Lを超過することが懸念される。

#### 4 まとめ

全窒素と窒素化合物の比較やこれまでに測定した全窒素等の測定結果の解析により、以下の知見が得られた。

- 1) 窒素化合物は、0.2mg/Lから62mg/Lの範囲にあり排水基準 (一般排水基準; 100mg/L以下) を満足していた。
- 2) 窒素化合物は全窒素より濃度が低いことから、全窒素を把握することで窒素化合物の排水基準超過の可否を推定できる考えられた。
- 3) 全窒素に対する窒素化合物の比率は、それぞれの検体で異なっており、これは原水の性状や排水の処理方法等が異なるためと思われた。
- 4) 全窒素の高い特定施設は、畜産農業、水産食料品製造業、し尿処理施設の順となっており、この3特定施設は全窒素の最大値が100mg/Lを超過していることから、窒素化合物についても一般排水基準100mg/Lを超過する恐れがあると思われた。
- 5) 特に畜産農業は、排水の窒素化合物が高いことが

予想され、この業種を中心に測定対象事業場を選定することが効率的であると思われた。

- 6) 全窒素とCOD等については正の相関があるが、特異なデータもみられるため、全窒素の排水基準が適用されていない事業場の全窒素を推定するにはさらにデータの蓄積が必要と考えられた。
- 7) 小規模事業場 (養豚場) の排水の無機態窒素の割合は各事業場毎に異なっており、これは排水の処理方法の違い等によるものと思われた。
- 8) 小規模事業場 (養豚場) の窒素化合物は一般排水基準100mg/Lを超過することが懸念された。

#### 5 おわりに

全窒素の測定結果から排水の窒素化合物が高いことが予想される業種の事業場や新たに規制対象となる小規模な事業場等については、さらなる排水処理施設等の整備拡充が必要と思われる。

特に畜産農業については、暫定排水基準の適用が2004年6月までとなっていることや、1999年11月に施行された「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づき、家畜排せつ物の処理施設等を2004年10月までに整備しなければならないことから、窒素成分の除去まで考慮した排水処理施設等の整備が望まれる。

#### 参考文献

- 1) 須藤隆一 監修; 内湾・内海の水環境, ぎょうせい (1996)