



愛研技術通信

愛研詳報(2007) 第 28 巻, 第 3 号

トリメチルアミンによる低級アミン類の微量分析

林 直樹

1. はじめに

トリメチルアミン (以下「TMA」と略す) は特定悪臭物質 22 項目 (悪臭防止法: 昭和 47 年環境庁告示第 9 号) の 1 つで GC-FID 法 (水素イオン化検出器) で分析するが、TMA が低濃度の場合は炭化水素の妨害を受け同定しにくいことが多い。そこでガスクロマトグラフ (以下「GC」と略す) の FTD (熱イオン化検出器) を使用し、FID との比較を試みた。

測定項目は、排ガス出口及び大気中 (敷地境界) のトリメチルアミンに加え、特定悪臭物質に規制されていないモノメチルアミン (以下「MMA」と略す) 及びジメチルアミン (以下「DMA」と略す) の 3 項目とする。

当初 GC-FID 法で分析したが、特に MMA と DMA の分離及び感度が悪く、検量線を引くことは困難であった。そこで、アミン類などの窒素化合物に対して FID より選択的に高い感度を持つ検出器 FTD を用いて分析したところ、比較的良好な結果を得たのでここに報告する。

なお本報告は、平成 13 年 6 月 22 日に開催された「東海環境技術発表会」(会場: 愛知県中小企業センター) において研究発表をしたものに、今回「愛研技術通信」に掲載するにあたり、追記したものである。

2. 実験方法

2.1 試薬

(1) 捕集溶液

水 359mL に硫酸 1mL を混合したもの。

(2) 分解試薬

水酸化カリウム 500g を溶かし 1 リットル定容としたもの。

(3) モノメチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン混合標準原液

① FID (水素イオン化検出器)

モノメチルアミン 300 ng/μL in water

ジメチルアミン 150 ng/μL in water

トリメチルアミン 100 ng/μL in water

② FTD (熱イオン化検出器)

モノメチルアミン 30 ng/μL in water

ジメチルアミン 15 ng/μL in water

トリメチルアミン 10 ng/μL in water

2.2 装置及び器具

(1) 試料分解濃縮装置

不純物除去管、分解瓶、試料濃縮管

(2) ガスクロマトグラフ分析装置

島津 GC-14APF/FID 及び FTD

(3) 分析機器使用条件

カラム: ガラス製 2.6mm I.D. × 2.1m

カラム充填剤: ユニカーボン B-2000 (パックドカラム)

注入口温度: 140°C

カラム温度: 70~100°C 昇温 5°C/分

キャリアガス: ヘリウム 15 mL/分

※FID、FTDとも同カラム、同条件で使用。

2.3 測定の手順

環境庁告示第 9 号では、試料の捕集は 2 本の吸収瓶をつなぎ、試料を 10 リットル/分程度の流量で 5 分間捕集液に通気することにより全量 50 リットル捕集する。この捕集液を定量 50mL のメスフラスコに移し分析用試料とし、その一部を水酸化カリウム水溶液が入った分解瓶に入れ、分解瓶から発生したアミン類を液体酸素で冷却した試料濃縮管に低温濃縮する。その後、試料濃縮管を GC に接続し、キャリアガスを流し、その流量が安定し、且つ、検出器の応答が十分安定していることを確認した後、液体酸素を外して試料濃縮管を-183°Cから 70°Cまで約 1 分間で加熱脱着させ、アミン類をカラムに導入する。

3. 結果

3.1 検量線

MMA、DMA、TMA 混合標準原液をマイクロシリンジを用いて 1~5 μL を分解瓶に注入し、2.3 の測定手順に従い分析した。注入量と得られたピーク面積から検量線を求めた。FID では TMA のみ、FTD では MMA、DMA、TMA の検量線を求めた。

3.2 分析結果

GC-FID 法及び GC-FTD 法を用いた「排ガス出口」と「敷地境界」の分析結果を表 1 に示す。

表1 GC-FID 法及び GC-FTD 法を用いた「排ガス出口」と「大気」（敷地境界）中の悪臭物質の分析結果

検出器		F I D		F T D					
項目		TMA		MMA		DMA		TMA	
試料名		排ガス	境界	排ガス	境界	排ガス	境界	排ガス	境界
採取量	V[L]	50	50	50	50	50	50	50	50
気 温	t [°C]	12.0	13.0	12.0	13.0	12.0	13.0	12.0	13.0
大気圧	P[kPa]	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3	101.3
試料量	[mL]	50	50	50	50	50	50	50	50
分取量	[mL]	20	20	20	20	20	20	20	20
面 積	—	4132	0	0	0	3427	153	31153	9310
検量値	A[ng]	15.595	0.0000	0.0000	0.0000	3.4789	0.1553	26.776	8.0021
検出量	C[ppm]	0.00031	0	0	0	0.00009	0.00004	0.00053	0.00016
濃 度	[ppm]	0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.0002
下限値	[ppm]	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
分析方法：環境省告示第9号									
計算式									
$C[\text{ppm}] = (A \times 50 \times 22,4) \div (20 \times 59.1 \times V \times (273/(273+t)) \times (P/101.3) \times 1000)$									

4. 考察

今回問題になったのは、FID 法では MMA と DMA の分析が困難であったことに端を発しており、それを FTD 法で解決することを試みたわけだが、FTD の応答はそれを解決し得るものであった。TMA と比して感度は劣るが、FID と比べると出現ピークは多少テーリングをしているものの申し分なく、検量線も直線性を確保でき、結果として定量下限値未満であったが DMA（MMA は検出せず）を検出できた。

今回使用した分離カラム「ユニカーボン B-2000」はアルカリ処理したグラファイトカーボンを充填しており、従来使用されてきた「ジグリセロール+テトラエチレンペンタミン+水酸化カリウム」に比べると分離能も良く、ピークも先鋭に出現し、なおかつ昇温分析も可能でアミン類の分析に適しているカラムと言える。

今後の展開としてはブロード、テーリングの少ないアミン類に適したキャピラリーカラムを用いて分析することにより解決できる可能性があり、これからも検討を加えていく予定である。

以上のことから GC でアミン類を分析する場合、FID よりも FTD の方が力を発揮することがわかった。今のところ規制されるアミン類は TMA のみだが、極微量分析の段階に至った昨今において、アミン類分析における FTD の公定化を望むものである。

5. 追記（結びにかえて）

①～現在の TMA 分析状況について～

研究発表をしてから約 6 年経過したが、悪臭防止法の TMA 分析法に変わりはないので、現在も FID による分析が続いている。TMA ピークの直前と直後に妨害ピークが出現するのでマニュアル操作でピーク処理を行っている（ピークの切り方の調整）ものの、今のところ検量線の直線性や再現性も問題なく、下限値も確保しているので比較的良好に推移している。

研究発表では述べていないが、FTD 検出器にも多少の問題

点はある。高濃度試料（検量線作成時の標準物質も含めて）を注入した直後にブランクなどの低濃度試料を注入すると、ピークが高めに出てしまうことである。高濃度試料を注入することにより検出器内のアルカリ金属チップがより活性化するため、アルカリ金属チップの活性化が収まり、定常状態に安定するまで 30 分程度待たなければならない。敷地境界などの低濃度試料は連続分析可能である。また、FTD 検出器は TMA に対して高感度なため低濃度試料には適しているが、排ガスなどの高濃度試料にはあまり適していない。高感度の弊害で、高濃度の検量線を引くことができず、検量線がねてしまうので、サンプルを希釈して分析しなければならないし、前述したアルカリ金属チップの安定に時間がかかるからである。

②～悪臭防止法を考える～

悪臭防止法は昭和 47 年に施行され、アンモニア、メチルメルカプタン、硫化水素、硫化メチル及びトリメチルアミンの 5 物質が規制された。その後、昭和 51 年に二硫化メチル、アセトアルデヒド及びブチレンの 3 物質が追加され、さらに平成元年にプロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸及びイソ吉草酸の 4 物質が追加され、続いて平成 5 年にプロピオンアルデヒド、ノルマルブチルアルデヒド、イソブチルアルデヒド、イソパレルアルデヒド、ノルマルパレルアルデヒド、イソブタノール、酢酸エチル、メチルイソブチルケトン、トルエン及びキシレンの 10 物質が追加され、現在合計 22 物質が規制対象となっている。また、平成 6 年に硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルの 4 物質について排出水中における規制基準の設定方法が定められた。

悪臭防止法では、特定悪臭物質の排出濃度を規制することにより、悪臭の防止を図ってきたが、悪臭の多くは複数の原因物質からなる「複合臭」であることから、個々の特定悪臭物質の規制基準をクリアしても苦情の原因となっているケースがあることや、国民の日常生活に起因する悪臭を含めた都市生活型の

苦情割合が増加する傾向にある。悪臭の苦情件数は昭和 45 年の調査開始以降、昭和 47 年をピークとして減少傾向を示してきたが、ここ数年は再び増加傾向にあり、平成 12 年度の苦情件数は昭和 47 年度に匹敵する 2 万 1 千件を越えた（環境省環境管理局大気生活環境室調べ）。先年、愛研においても「焼肉店」の排ガス悪臭濃度測定を実施したが、強烈な焼肉の臭いがあるにも係わらず、検出された物質は 22 項目中アセトアルデヒド及びプロピオンアルデヒドだけであった。「複合臭」の臭い物質の特定は悪臭物質 22 項目だけでは満足できないことを実感した。

このような悪臭の課題に対応するため、平成 7 年に悪臭防止法の一部が改正され、人間の嗅覚を用いた測定法（三点比較法）が導入された。嗅覚測定法を用いた臭気指数規制である。

ここまで悪臭防止法の大まかな流れを記述した。今度は技術的な話に移る。硫化水素などの硫黄化合物 4 物質、有機溶剤 6 物質及びトリメチルアミンはすべて液体酸素濃縮法である。近年、GC や GC/MS はオートサンプラーが普及し自動化が進んだが、液体酸素濃縮法では GC に濃縮管や導管を接続するため、

オートサンプラーを接続できないことからマニュアルで操作しなければならず効率が悪い。特に夏場は液体酸素の減りが早く、10kg の液体酸素は 4 日程度で気化してしまうので経費もかかる。アルデヒド類の分析においても GC 分析より高速液体クロマトグラフ(HPLC) 分析の方が前処理も容易なので効率は上がるし、オートサンプラーも使用できる。また、公定法があまり進展していないので分離カラムもあまり進歩していない。例えば、硫黄化合物やトリメチルアミンなどはキャピラリーカラム主体の現在においてもパックドカラム主体である。

以上、「複合臭」の課題は「三点比較法」により改善されたが、特定悪臭物質 22 項目及びそれに付随する分析方法の見直しを求めるものである。

参考文献

- 「特定悪臭物質測定マニュアル」日本環境センター編（1996）
- 「悪臭の機器測定」 加藤龍夫 他著（1984）
- 「機器分析入門」 日本分析化学会九州支部編（1996）
- 「明解 環境分析技術手法」日本環境測定分析協会編（1995）

最新ニュース

○ 自民、民主、公明の 3 党は 7 日、超党派で議員立法を目指している「海洋基本法」の素案について合意した。排他的経済水域(EEZ)の管理や海洋資源開発などの海洋政策が、国土交通省、外務省、経済産業省、防衛省など、8 つの複数省庁の縦割りとなっている現状を改め、海域を総合的に管理するのが目的だ。基本理念として (1) 環境保全 (2) 持続可能な開発 (3) 国際的協調などの重要性を明記。その上で、海洋政策担当相の任命、首相を議長とする総合海洋政策会議の設置、海洋基本計画の策定などを盛り込む。（2007 年 3 月 7 日、読売新聞）

○ アスベスト対策に関する国の規制内容が多岐にわたっており、わかりにくい面があると思っていたところ、最近になって要領よくまとめられているものをインターネット上で見つけたので、そのまま転載します。（2007 年 2 月 1 日、環境部ドットコム）

◇石綿による健康被害の救済に関する法律

- ・通称「アスベスト新法」。2006 年 2 月 10 日公布、3 月 27 日施行。
- ・アスベストによる健康被害の特殊性にかんがみ、アスベストによる健康被害に係る被害者等の迅速な救済を図ることを目的とし、アスベスト被害者に対して医療費、療養手当、葬祭料、特別遺族弔慰金の救済給付を行う。支給に要する費用等は、全事業主から徴収するとともに（労働保険を活用）、アスベスト関連企業から特別に徴収する二本立て。

◇労働安全衛生法

- ・アモサイト、クロシドライト、所定の製品でアスベスト含有率 1 重量%を越えるものの製造を禁止。
- ・当分の間、製造等が許可される製品については名称等の表示や文書の交付等が義務づけられる。そのほか、健康管理手帳の交付、計画の届け出等を定める。

◇石綿障害予防規則

- ・アスベスト等を取り扱う業務のうち、解体作業等の業務に係る措置を中心に、アスベスト及びアスベスト含有製品の製造・取り扱いの管理基準を定める。
- ・作業主任者の選任、職務、石綿作業主任者技能講習について定めるとともに、事業者の講ずべき措置として、事前調査、作業計画、除去作業上の各種措置などを定めている。

◇作業環境測定法

- ・作業環境の測定に関して、必要な事項を定める。

◇じん肺法

- ・粉じんを吸入することによる疾病「じん肺」の予防等について定める。

◇大気汚染防止法

- ・人の健康に被害を生じるおそれのある物質を「特定粉じん」と位置づけ、アスベストを指定。
- ・規制基準には、(1) 工場・事業場の敷地境界線における大気中濃度の基準（1 リットルにつきアスベスト繊維 10 本）、(2) 吹付けアスベスト等が使用されている建築物その他の工作物を解体・改造・補修する作業における集じん等の作業基準—がある。
- ・特定粉じんの排出者は上記基準の遵守義務があり、違反者に対して都道府県知事が基準適合や一時使用停止を命ずることができる。
- ・特定粉じん発生施設の設置・構造変更、特定粉じん排出等作業について、事前に都道府県知事へ届出義務がある（特定粉じん発生

施設：60 日前、特定粉じん排出作業：14 日前）。都道府県知事は届出内容を審査し、排出基準に適合しないと認めるときは、計画の変更等を命ずることができる。

- ・特定粉じん発生施設の設置者は、工場等の敷地境界線におけるアスベスト濃度を測定・記録（都道府県職員は工場・事業場への立入検査、報告徴収が可能）。・特定粉じん排出等作業を伴う建設工事（特定工事）の注文者は、施工者に対し、施工方法、工期等について、作業基準の遵守を妨げるおそれのある条件を付さないように配慮する義務がある。
- ・なお、解体作業について、施行令等を一部改正し、規制対象となる建築材料を追加、作業の規模要件を撤廃（2006 年 3 月～）。また、法等を一部改正し、工場プラント等の「工作物」の解体も規制対象となる解体作業に拡大した（2006 年 10 月～）。

◇公害防止組織整備法

- ・正式名称は「特定工場における公害防止組織の整備に関する法律」。
- ・特定粉じん施設を設置した場合の公害防止管理者の選任について定める。

◇廃棄物処理法

- ・正式名称は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」。
- ・アスベスト含有廃棄物について、スレート等の成形品のアスベスト含有廃棄物は産業廃棄物として位置づけ、建築物から除去された吹き付けアスベスト等の廃棄物は特別管理産業廃棄物として位置づけ、それぞれに処理基準が適用される。
- ・このほか、アスベスト廃棄物の溶融による無害化処理を促進・誘導する国の認定特例制度がある。

◇建築基準法

- ・建築物の増改築や大規模な修繕・模様替え時に、吹き付けアスベスト、アスベスト含有吹き付けロックウールについて増改築の規模等に応じて除去、封じ込め又は囲い込みを義務づけている。

◇PL法

- ・正式名称は「製造物責任法」。
- ・（社）日本石綿協会では、同法への対応として、「石綿の健康影響の視点から石綿含有率1重量%を超えるすべての製品に“a”マークを自主的に表示する」ことを定めている。

◇PRTR法

- ・正式名称は、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」。
- ・石綿と石棉を 0.1 質量%以上含有する石綿製品を第一種指定化学物質に位置づけ、製造業や 21 名以上の会社、石綿を 0.5 t／年使用しているものに対して石綿の排出・移動量を国に報告することを定めている。

○ 欧米などで既に設定されているが、国内ではまだ検討すら進んでいないPM2.5に関する大気環境基準。年度内の和解を目指す東京大気汚染訴訟で、国との協議の中で原告側が設定を要求したり、大気環境学会が独自に国内外の知見収集を始めるなど、基準を所管する環境省の「外堀」が徐々に埋められつつある。環境省では「基礎調査を実施中で、その結果をまって設定するかどうかを含め検討したい」との姿勢を変えていないが、健康影響が懸念されており、早期の対応を求める声が一段と高まりそうだ。（2007 年 3 月 14 日、環境新聞）

流域生態系を考える！（第5回）

ー里山生態系と水循環ー

標高が 300m 以下、区域のまとまりが概ね 100ha 以上ある二次林、雑木林を里山と定義すると（愛知県環境部、1997）、愛知県の里山分布は、犬山市、瀬戸市、豊田市、岡崎市から蒲都市を結んだ丘陵地帯を中心に幅広く带状に分布しており、このようなまとまりのある里山の面積は 50,789ha であり、これは県土面積の約 10%、県の森林面積の約 23%に相当する（図1）。実は、この里山分布とため池の分布ベルトがよく重なっているのである。一般に、我が国に現存する里山林（雑木林）は、自然植生である照葉樹林（常緑広葉樹林）を伐採した後の二次林（落葉広葉樹林）であるものが多く、焼畑農耕の場、あるいは薪炭や刈藪採集の場として、人々の働きと強く結びついた「原風景」ともいべき我が国独自の農村風景を形成してきた。これはとりもおさず、里山林ーため池ー農耕地（水田・畑）ー農村集落を一つの連続したシステムとして成り立っていた証であるといえる。言い換えると、里山はため池と一体となって何百年もの間、人間活動が加わってなおかつ持続してきた代償自然であると言っても過言ではない。

森林は、森林を取りまく水循環と相互に密接に関係しあって成立している生態系である。特に森林土壌は、水の量と質を保全する上で大きな役割を果たしている。

図2は、山地森林での水循環のようすを示したものである。森林に流入する降雨の一部は樹冠層で遮断され蒸発するが、多くは葉や枝を通過して林内に降下し（林内雨）、また一部は樹幹に集められ（樹幹流）林床土壌に到達する。林床に到達した降雨の大部分は即座に森林土壌中に浸透し、中間流または地下水流となる。そして最終的には渓流水として森林から流出する。

一般的に降雨と渓流水の水質は大きく異なるが、これは、水の移動に伴いさまざまな生物地球化学的な作用を受けて渓流水の水質が形成されるためである。

森林からの流出水は、つぎの3点で水質浄化の働きをもっている（太田・服部、2002）。

- ① 酸性度が低い……森林に恵まれている日本の河川水のpH値は中性を維持している。
- ② 窒素濃度が低い……森林から流出する河川水に含まれる窒素やリンの量は極めて少ない。
- ③ 濁りが少ない……はげ山に降水があると、地表流が起り、土砂を削って濁水を流すことはよく知られている。
全国各地における酸性雨の現状を概観すると、年平均値で4.4～5.8を示しており、ここ20数年間、顕著な変動は認められていないが、森林や湖沼等で被害が報告されている欧米などと比べても同程度の酸性度を示している。

酸性化した降水が渓流水として流出するときに中性化するプロセスについて、図1に示す里山地域にある都市近郊林で観測した研究例を紹介する（田中・吉田ら、2004）。

森林に入る直前までの降雨や雪や霧を林外雨と呼ぶ。林外雨のpHは3.6～6.4（平均4.62）の範囲を変動し、3年間の平均pH値は4.61で観測値の半分以上が5.0を下回っており、いわゆる酸性雨が降下していた。降雨が森林の樹冠に達すると、その一部は枝葉に接触したり間隙を抜けて直接林地に到達する。前者を樹冠滴下雨と言い、後者を樹冠通過雨と呼び、両者併せて林内雨と呼ぶ。林内雨のpHは林外雨に比べると若干上昇し5.0～5.3を示した。これは、降水中の H^+ が葉面において主に K^+ と交換されることによって酸中和機構が働き、この機構は針葉樹林よりも広葉樹林でより顕著であると考えられている。樹幹に沿って林床に流下する樹幹流のpH値は樹種により違いがあり、里山林の代表植生であるコナラでは林内雨よりも高く、リョウブも林外雨に比べて高い値を示した。一方、アカマツやソヨゴ、イヌツゲ、アラカシなどの常緑樹では、林外雨や林内雨よりも低い値を示す傾向にあった。ただし、落葉樹であってもタカノツメ、ヤマザクラ、アベマキは、林外雨と同等かそれ以下の値を示した。樹幹流のpHは、立木の根本付近の土壌に対して強い化学的な影響を及ぼすと考えられるが、常緑針葉樹の樹幹流のpHは概して林外雨よりも低くなる傾向にあり、逆に落葉広葉樹では酸性を緩和する働きがある。森林土壌に浸透した降水は、浸透過程で土壌中の鉱物を徐々に溶かし出す。そのとき、土壌中に炭酸ガスが豊富に含まれているために、生物的・化学的・水文学的なさまざまな要因が働いて、pH値が徐々に再上昇していく。最終的に渓流水（湧水）として流出するときには、水中に溶け込んでいた炭酸ガスが気体となって放出されるため、さらにpH値が上昇し中性近くになる。

以上のプロセスを概念的にまとめると、図2のとおりである。

森林には、酸性度を低下させる働きのほかに、窒素濃度を低下させて、水質を浄化する機能をもっている。すなわち、森林土壌には多くの有機態窒素が含まれているため、有機態窒素はアンモニア化成菌によってアンモニアになり、それを硝化細菌によって硝酸態窒素に変え、最終的には脱窒菌が窒素ガスに変える生物学的なメカニズムが働くからと考えられている。この一連のプロセスは、浄化槽の原理と同様で、森林ではこのプロセスが斜面の土壌で進行していると考えられる。そして、最終的に土壌を通り抜け、湧水・渓流水となって流出する谷尻で活発に脱窒が行われ、水中に溶けていた窒素がガスとなって放出される。このようにして、森林土壌にはアンモニア態窒素や硝酸態窒素などが多く含まれているにもかかわらず、流出した河川水の窒素濃度が低いのはこのためであると考えられる。

今回は、図2にある水文素過程における水質変化について詳しく見ていきたい。



図1 愛知の里山マップ（愛知県環境部 1997）

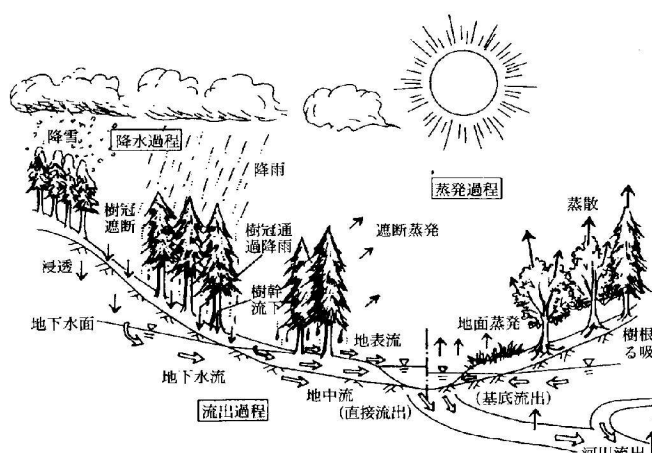


図2 山地森林における水循環と水文素過程の概念図（太田、1996）

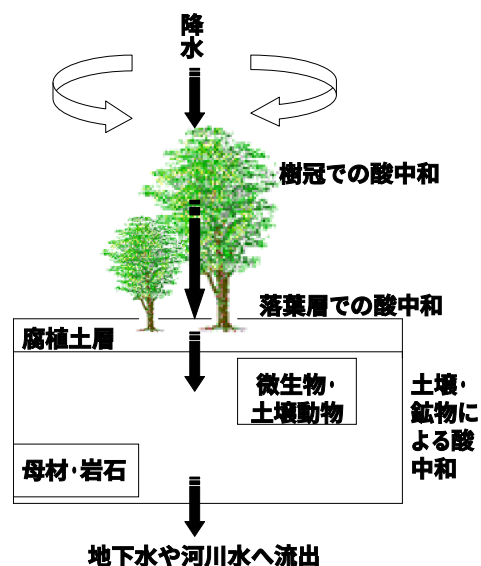


図3 森林生態系における酸中和機構模式図

技術資料: 窒素とリンを測る

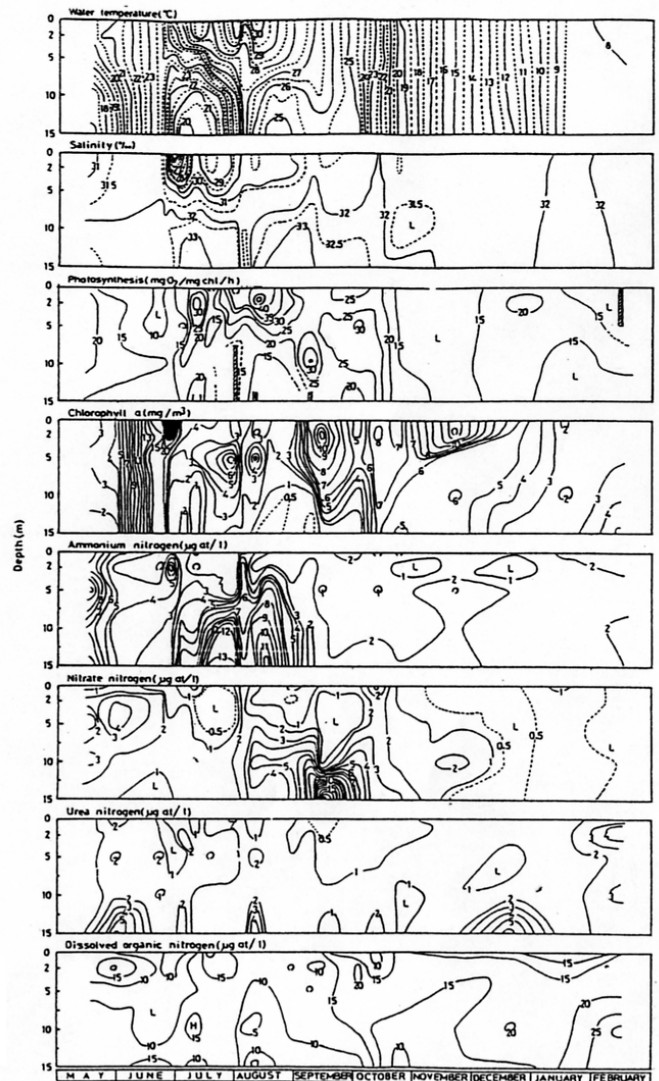
藻類の増殖が水中の栄養物質の濃度によって律速されることは、「リービッヒの最少律」としてよく知られている。植物プランクトンは窒素、リン、ケイ素をよく利用するため、水中でしばしば枯渇する。植物プランクトンの増殖にとって不可欠であるという意味から、これらの塩類を栄養塩類と呼ぶ。これら3元素は陸上植物でいわれている必須3元素（窒素、リン、カリウム）とはケイ素とカリウムの点で異なる。海水中にはカリウムはかなり多量に溶存しているから不足することはないが、ケイ素は珪藻類や珪質鞭毛藻類の細胞殻の形成に必要なため、ケイ素が不足することがある。植物プランクトンが利用する窒素源としては、主にアンモニア態、亜硝酸態、硝酸態の無機三態があげられる。そのほかに、植物プランクトンは窒素源として尿素もとりに込むことが知られている。リンは一般にリン酸態リンとして示されているが、水中での形態は明らかでない。

有機窒素と有機リンは、それぞれ水中に溶存しているものと、粒子状で存在しているもの、とがある。すなわち、有機窒素は、溶存有機窒素(DON)と懸濁有機窒素(PON)に、有機リンは溶存有機リン(DOP)と懸濁有機リン(POP)に分けられる。しかしこの分類は厳密なものではない。化学的な意味での溶液、コロイド、粒子をサイズ別に分けることは難しい。一般的には、広く使われている孔径1 μm 程度のガラス繊維のろ紙や孔径約0.45 μm の有機膜のろ紙で試水を濾過し、ろ紙に残るものを懸濁態、ろ液を溶存態としている。したがって、溶存態の中には、バクテリアや微細な植物プランクトンの一部が含まれていることもある。また懸濁態の中には、植物プランクトン、動物プランクトン、バクテリア、花粉、生物遺骸、そのほかさまざまなものが含まれている。なお、溶存有機窒素と溶存有機リンは、懸濁有機窒素と懸濁有機リンの分解で生じることが多い。

これからも理解されるように、窒素やリンは時間的にも空間的にも形態変化しやすいことがわかる。ここでは、三河湾で観測された各態窒素の季節変化の例を示す(図1)。三河湾では、アンモニア態窒素と硝酸態窒素は、夏季成層期には表層付近で植物プランクトンによって消費されるために少ないが、底層水で多く、10月から2月にかけて全層循環するときは、表面から海底まで濃度がほぼ均一になる。また、夏季成層期になると、躍層下部は貧酸素水塊が形成される。その時にしばしば、海底近くの底層で硝化作用が起きることがある。

このように変化しやすいから、形態別の窒素やリンの分析に際しては、試水を採取したら出来るだけ早く分析することが望まれる。なお、分析まで時間を要する場合は、ろ液を -20°C 以下で冷凍保存する。

図1 三河湾における水温、塩分量、光合成活性(Pmax)、クロロフィルa量、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、尿素態窒素、及び溶存態窒素の季節変化



下記に、湖沼と海洋における水中の主要栄養塩の含量を透明度とクロロフィルa量とともに示す。

栄養塩状態	栄養塩レベル		透明度 (m)	クロロフィルa (mg/m ³)
	窒素 (mg/L)	リン (mg/L)		
湖沼				
貧栄養湖	0.02-0.2(<0.2)	0.002-0.02(<0.02)	>8	0.1-0.8
中栄養湖	0.1-0.7	0.01-0.03	4-8	1-5
富栄養湖	0.5-1.3(>0.2)	0.01-0.09(>0.02)	<4	10-60
海洋				
黒潮	0.1-0.15	0.01	30-40	0.3-0.5
親潮				0.8-1.2
富栄養海域				
東京湾	0.5-1.0	0.05-0.1	2-3	18-113
三河湾	0.1-0.2	0.03-0.07	3-4	20-80

