

# 福岡工業大学 学術機関リポジトリ

## ポリアクリルアミド水ゲルのゲル化に伴うラマンスペクトルの変化

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2021-02-25 キーワード (Ja): キーワード (En): hydrogel, polyacrylamide, Raman spectrum, FT-IR, gelation process 作成者: 大崎, 知恵 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11478/00001660">http://hdl.handle.net/11478/00001660</a>

# ポリアクリルアミドハイドロゲルの ゲル化に伴うラマンスペクトルの変化

大 崎 知 恵 (機能材料工学科)

## Raman Spectra of Polyacrylamide Hydrogel during its Gelation

Tomoe OSAKI (Department of Functional Materials Engineering)

### Abstract

The microstructures of polyacrylamide hydrogels were investigated by means of Raman scattering spectroscopy. The Raman spectra of the gel networks and retained water were observed at various duration times from the beginning to the end of gelation process.

The Raman spectra gradually altered during the lapse of time. Some Raman bands observed for the pre-gel solution were disappeared, and some bands were newly appeared for the gel. The disappeared band at  $1632\text{cm}^{-1}$  was assigned to C=C double bond of acrylamide monomer, and newly appeared band at  $2930\text{cm}^{-1}$  was assumed to be due to  $-\text{CH}_2-$  groups on polyacrylamide macromolecule.

Key words: *hydrogel, polyacrylamide, Raman spectrum, FT-IR, gelation process.*

### 1. 緒 言

ゲルは発達した高分子三次元網目の中に溶媒あるいは溶液が閉じ込められて流動性を失い形成される。流動性の消失に際しては系の種々の性質が急激に変化することが予測されるが、その変化はゲル化の過程においてその系の中で起こっている物質のマイクロ構造の変化を反映しているものと考えられ、きわめて興味深い。

著者らはポリアクリルアミドハイドロゲルの合成に際して、そのゲル化に至る過程における屈折率及び可視・紫外部の光吸収を追跡測定し、ゲル化に伴って屈折率及び近紫外光の透過率が急激に増大することを見だし、その過程で溶液内で起こっている変化について考察してきた<sup>1)</sup>。さらに、このゲル化の過程で

295nmにおける近紫外光の透過率が急激に増加する現象は重合の最終の段階の時期に対応していると考え、アクリルアミドモノマーの検量線を作成して検討した結果、この透過率の急激な変化はモノマーが消費されてほとんどなくなる現象に対応していることを確かめた<sup>2)</sup>。また、同ゲルのゲル化過程を溶液からゲルに至るまでの赤外吸収スペクトルをATR法で測定することによっても追跡し、ゲルを形成する高分子の分子構造のゲル化に伴う変化に関する若干の情報を得ている<sup>3)</sup>。

ここで、アクリルアミドモノマーの消費は同時にアクリルアミドポリマーの形成を意味し、この際に分子構造はC=C二重結合の部分がC-C単結合に変わる。赤外吸収スペクトル及びラマン散乱スペクトルではこれらの分子構造の変化に対応する振動バンドの変化が観測されることが期待された。本報では、ポリアクリルアミドハイドロゲルのラマン散乱スペクトルを時間を追って観測することによって、ゲル化の過程にお

る分子構造の変化についての情報が得られたので、赤外吸収スペクトルの測定結果と対比して報告する。

## 2. 実験

ポリアクリルアミド水ゲルは、常法により合成した<sup>4)</sup>。ゲルを形成する成分分子及び反応の開始剤の仕込み濃度は、ラマンスペクトルの観測に要する時間を考慮して、必要に応じて変えた。

アクリルアミドモノマー (以下 AAm と略記) 及び N, N'-メチレンビスアクリルアミド (以下 bAAm と略記) を秤取して、水に溶解する。つぎに、N, N, N', N'-テトラメチルエチレンジアミンを加え、よく混合する。この溶液に所定の濃度に調製した過硫酸アンモニウム水溶液を加えて手早く混ぜてプレゲル溶液とし、経過時間を計測し始めるとともに、このプレゲル溶液をセルに入れて、スペクトルの測定を開始する。

ラマン散乱スペクトルの測定には SPEX 社製の分光器 1250M を付属の計測システム DM3000 とともに用いた。セルには内径約 15mm のガラス製試験管を利用した。励起光源装置には Spectra Physics 社製のアルゴンイオンレーザー 2017-06S を用い、488nm で励起した。

赤外吸収スペクトルの測定には日本電子(株)製の FT-IR 装置 J I R 6500 を ATR セルとともに用いた。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 赤外吸収スペクトル

ゲル化前からゲル化後までの反応の経過中に観測した ATR 法による一連の FT-IR スペクトルを図 1

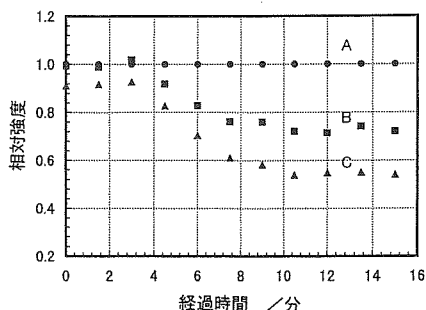


図 2 赤外吸収バンドの相対強度の時間変化 (バンド A の強度を 1 とする。)

に示す。ゲル化の前後でバンドの強度に変化が見られる。

水溶液系から含水ゲルに変化するこの系では、ATR 法を用いても高波数側のバンドは水の吸収の大きなバンドと重なるため観測が困難であって、低波数側のいくつかのバンドのみが明瞭に観測できた。

図 1 に示した三つのバンド A, B, 及び C に着目して、ゲルを形成する成分の仕込み濃度を種々に変えて行った ATR スペクトルの観測結果から、それらのバンドの吸収強度を読み取り、A の強度を 1 とする吸収強度比をとって反応の経過時間に対してプロットした (図 2 及び図 3)。それぞれ、ある時間経過の後に B 及び

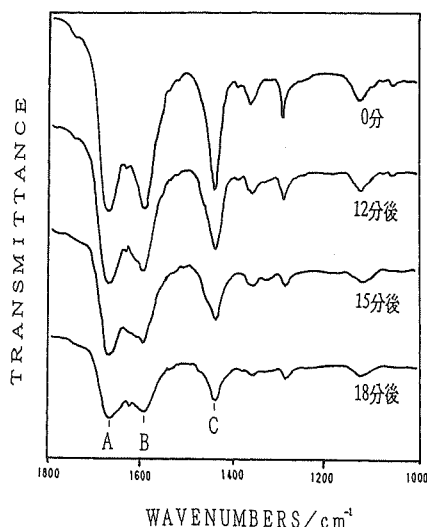


図 1 ゲル化にともなう赤外吸収スペクトルの変化

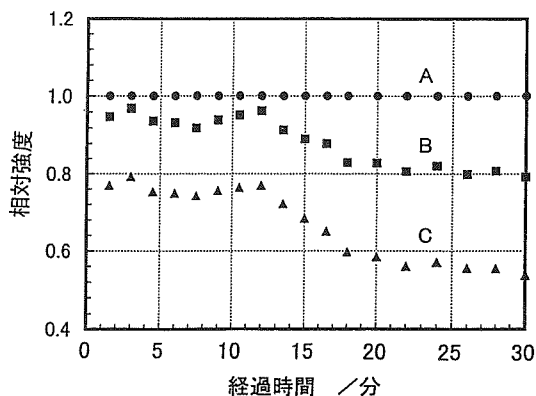


図 3 赤外吸収バンドの相対強度の時間変化 (バンド A の強度を 1 とする。) 仕込み量は AAm は図 2 の 1.5 倍, bAAm は図 2 の 0.5 倍, その他の条件は同じ。

CのバンドのAのバンドに対する相対強度が急に減少しており、この変化がゲル化の進行に対応しているものと考えられる。

ゲル化の前後における赤外吸収バンドの変化から得られる知見をまとめると、次のようになる。

- (1) ゲル化後はゲル化前に比べて全体にバンドの強度が減少しスペクトルが鈍くなった。これは、分子が高分子化した影響であると考えられる。
- (2) ゲル化にともなって、特定のバンドについて相対的に吸収強度が減少する現象が見られた。図1のバンドB及びCのバンドAに対する相対強度の減少は、重合反応の進行にともなうC=C二重結合の減少に対応していると推定される。

### 3.2 ラマン散乱スペクトル

ラマン散乱スペクトルの観測によるゲル化反応の追跡の結果を図4に示す。赤外吸収スペクトルと比べて、より詳細な情報を得ることが可能であると考えられる多くのバンドをもつ明瞭なスペクトルが観測された。ゲル化の前後におけるラマンスペクトルの変化をまとめると次のようになる。

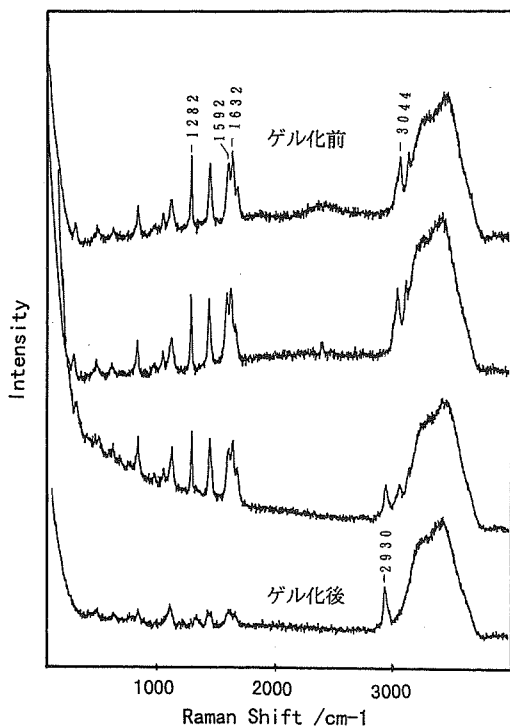


図4 ゲル化にともなうラマン散乱スペクトルの変化

(1) ゲル化後はゲル化前に比べて多くのバンドについて強度の低下が見られる。

(2) ゲル化すると消失するバンドがある。新しく現れるバンドもいくつか観測される。

振動数の文献値<sup>5,6)</sup>を参照して、ゲル化にともなって消失した $1632\text{cm}^{-1}$ 付近のバンドはC=C二重結合の消失に由来することがわかった。 $2930\text{cm}^{-1}$ の新しく現れるバンドは $-\text{CH}_2-$ に由来すると考えられるが、これらのラマンバンドの変化についてのさらに詳しい知見を得るために、スペクトルの振動解析を続行中である。

### 3.3 ゲル化にともなうラマンバンド強度の変化

ここで行ったラマンスペクトルの測定には数分間を要し、ゲル化反応中の瞬時の変化を観測することはできない。そこで、バンドの消失あるいはバンド強度の現象が見られたバンドに分光器の振動数を固定して、個々のバンド強度の時間変化を測定した。その結果の例を図5及び図6に示す。

ある時間の経過後にゲル化にともなうバンド強度の単なる現象が見られるであろうと予想されたにもかかわらず

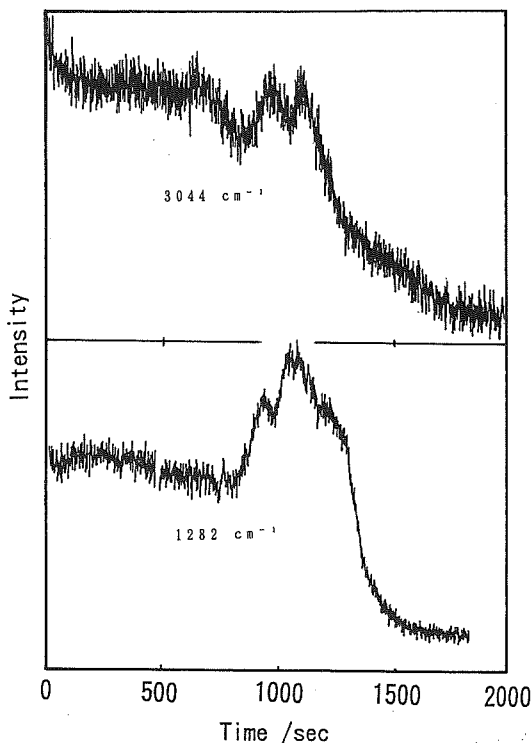


図5  $1282\text{cm}^{-1}$ 及び $3044\text{cm}^{-1}$ におけるラマンバンド強度の時間変化

ならず、図のように、ある経過時間においていったん急激な上昇を含む散乱強度の乱れがあつて、その後予想された強度の減少が起こるという現象が観測された。

図に示した例を含めて測定を行ったいずれの振動数においても同様の現象が観測されたので、この散乱強度の上昇あるいは乱れはこの系における一般的な現象であり、ゲル化の段階のある瞬時にその系の中で著しいゆらぎが発生するためであろうと考えられる。

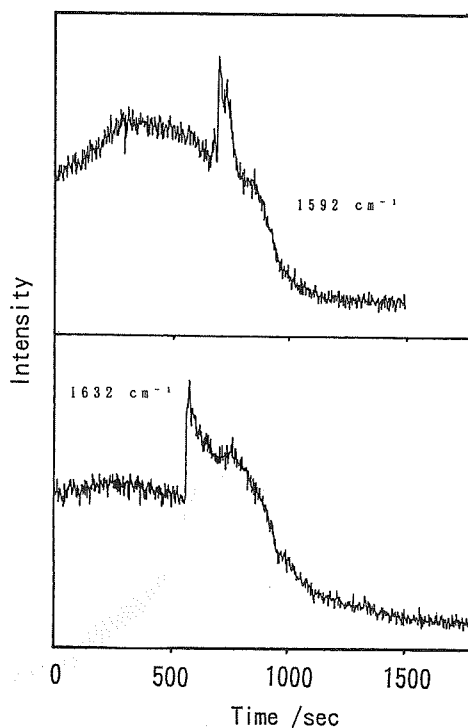


図6 1632 $\text{cm}^{-1}$ 及び1592 $\text{cm}^{-1}$ におけるラマンバンド強度の時間変化

#### 4. 結 言

ラマンスペクトルの測定により、ポリアクリルアミド水ゲルのゲル化に伴う分子構造の変化、特にC=C二重結合の消失が確かめられた。

また、ゲル化に先立ってラマン散乱光強度の異常増加が起こる現象が見いだされたが、この原因については今後検討されねばならない。

#### 参 考 文 献

- 1) 大崎知恵, *Res. Bull. Fukuoka Inst. Tech.*, **27**, 237 (1995).
- 2) 大崎知恵, 高分子論文集, **55**, 243 (1998).
- 3) OSAKI Tomoe, 4th Symposium on Polymer Gels 要旨集, 97 (1995).
- 4) Toyochi Tanaka, *Phys. Review Lett.*, **40**, 820 (1978).
- 5) 濱口宏夫, 平川暁子編: ラマン分光法, 学会出版センター, 1988年.
- 6) C. K. Lin, S. Y. Chen, and M. H. Lien, *J. Phys. Chem.*, **99**, 1454 (1995).

# 環境管理の研究対象

保 坂 昌 克 (管理情報工学科)

## The Object of Study on Environmental Management

Masakatsu HOSAKA (Department of Industrial Information Engineering)

### Abstract

The object of study on environmental management is not specific. I propose to concentrate on the environment of human, global and business.

Key words: *environmental management, human environment, global environment, business environment, environmental information*

みた。

### 1. はじめに

わが国において環境管理が本格的に論じられるようになったのは、公害問題が多発した昭和30年代になってからといえる。第二次世界大戦による生産施設の壊滅的状态の中で、石炭・鉄・肥料など基礎的製品の生産を行い、その上に各製品の生産を拡大するという傾斜生産方式で日本経済の回復を図ってきた。すなわち国民の生活を維持する最低限の製品の生産から、生活に余裕を与える製品の生産へと展開して行ったのである。それに伴って国民は経済活動に余裕が生じ、進学率の上昇と共に周囲を眺めるゆとりができた時、初めて多発する公害を問題視できるようになった。このことは“これまでのような「知識のための知識、科学のための科学」の枠に止ってはならない。科学とはそもそも、人間や地球のよりよき生のために存在する文化財であることが、ここでははっきりと自覚されるべきである<sup>1)</sup>”ことを認識し始めたことの現れといえる。

今日、「環境管理」という言葉が各方面で使用されるが、必ずしも統一的な用法とは言いがたい。そこで環境管理という言葉が使用されるようになった経緯などを検討し、環境管理論の研究領域を把握することを試

### 2. 環境管理の歴史

#### 2.1 環境問題の発生

環境問題が人間の歴史に登場するのは、生活環境としてであったと思われる。すなわち原始社会の人々は限られた自然の中で、より安全に、またより快適に生活をするための場所を選ぶことが最重要であったということである。その後、社会の発展と共に国民や各種組織の社会的背景が変化し、発生する社会的事象にも変化が生じた。その結果、環境変化も多岐にわたるようになっていく。今日までに見られた環境問題に区分できるのは、(1)生活環境、(2)企業立地、(3)作業環境、(4)公害、(5)自然環境、(6)人間環境、(7)企業環境、(8)地球環境、等の形で次々問題が顕現化した。しかし、関係組織のこれらに対する対応は遅々として進まなかった。これに関してヘンリー・フォード二世は、1971年に「人間環境とビジネス」の中で“現に日本やアメリカでは、大気汚染、水質汚濁、交通事故、交通混雑などといった問題について国民の関心が一層の高まりを見せ、またそうした問題の改善が遅々として進まない……<sup>2)</sup>”といっている。もちろん、個別的には問題を早期に認識し、対応した事例もある。例えばイギリスでは、第二次世界大戦後の不況下にあった1949年に、水

質汚濁が最悪であったテムズ川の浄化のために1億ポンドという巨費を投じている。資本主義発祥の国であるイギリスでは、経済活動による問題もいち早く認識し、対応したことを示している。

環境問題は、人間がその欲求を充足することを優先するために発生するもので、国民も企業もそれによって生じる問題を考慮する余裕がないか無視する場合に発生するものである。すなわち社会が未成熟の段階にあることが原因と見ることができる。これは経済が発展することによって国民の高学歴化やそれによる問題意識の向上が促進されるに従って、問題の発生を抑制・解決することによっても明らかである。

今日的な環境問題は公害問題が原点であり、環境問題への取組として平成9年度版環境白書は環境教育・環境学習の重要性を指摘している。

## 2. 2 環境管理と企業の社会的責任論

1949年に山城章は、すでにアメリカで論じられていた「経営の社会的責任」の問題をわが国に紹介している。また1956年には、経済同友会が「経営者の社会的責任の自覚と実践」を公表し、さらに1967年11月に「新時代における経営者の責任」を公表している。これらは、企業の社会的責任を直接論じたものではないが、ほぼ同義と解することができる。よって、企業の社会的責任については、比較的早い段階から論じられたと見ることができる。

わが国の環境問題が本格化したのは、公害が多発するようになってからといっても過言ではない。その公害は、第二次世界大戦後の経済復興と平行して多発し、国内各地で問題化するようになった。これに呼応するように、経済的に一息ついた国民の中から問題提起の声が上がり、全国的な公害防止運動が起こった。お役所仕事の常で、遅ればせながら法的規制が設けられたのは、1956年の地盤沈下を防止するための工業用水法が最初である。その後、公害対策基本法が1967(昭和42)年8月3日に施行されたことにより、各種の規制が設けられている。法律で公害としている7項目は、地盤沈下、大気汚染、騒音、水質汚濁、土壤汚染、悪臭、振動の順序で法的規制が設けられている。1971年7月に環境庁が発足し、1993(平成5)年11月19日には公害対策基本法が環境基本法に衣替えしている。

1956年5月1日、激しい中枢神経系症状の患者4名が水俣市の新日本窒素(現チッソ)付属病院に入院したが、次々に死亡している。同年末には、細川一付属

病院長や保健所長、更に地元医師等によって、魚介類と発病との因果関係が浮き彫りにされている。これらの結果として、水俣病が水銀中毒であることが発表された。しかし、産官学のほとんどがこの発表に否定的であったために対応が遅れ、1964~65年の間に第二水俣病(新潟県阿賀野川メチル水銀中毒症)の被害者49名、死亡者6名を出し、その後更に被害者を出すことになってしまった。

四大公害訴訟の一つの四日市喘息訴訟は1967年9月に9名の患者が三菱油化・三菱化成・三菱モンサント・中部電力・石原産業・昭和石油四日市の6社、阿賀野川水銀中毒では76名が1967年に昭和電工、イタイイタイ病は30名が1968年に三井金属工業、水俣病は1969年6月に131名の患者がそれぞれ訴訟を起こした。

このような被害者の対応は、企業は言うに及ばず国の公害防止をも促進することになった。特に企業は、法的規制と共に国民の見る目が厳しくなり、公害防止が企業存続の前提となる。これがわが国での企業の社会的責任論が展開される本格的な契機になる。経済的發展とそれに伴う高学歴化は、公害問題を起点とする企業の社会的責任の拡大へと進む。同時に企業内外の利害関係者は、発生する諸問題を問題視する能力が養われ、積極的に問題化する姿勢を示すようになったのである。企業は、利害関係者により生じる多岐にわたる問題提起、すなわち環境の変化に対応することが企業目的の達成を可能にするのである。ここに環境管理という管理分野が誕生することになる。

環境管理については、公害問題の発生と時期を同じくして工学的な手法による管理の記述が見受けられる。ただし、それは公害の防止や事後処理を対象とするものであり、従業員が作業に従事することによって発生する疾病いわゆる職業病への対応の延長上にあるものといえる。

本来、環境管理の種類は環境主体の数だけ存在するといえるが、代表的なものとして人間環境管理、地球環境管理、企業環境管理に限定しても大きな問題は生じない。これは、経済学において国民経済の経済主体を家庭・政府・企業としているように、環境管理においても人間・地球・企業に限定しても対応が可能と考えられるためである。環境主体として地球を取り上げることが若干用語上の問題があるが、既に地球環境という用語が広く使用されていると共に、人間環境のより根本的な問題として人類の目的と意志が働いていると解することとした。環境という場合、自然環境と社

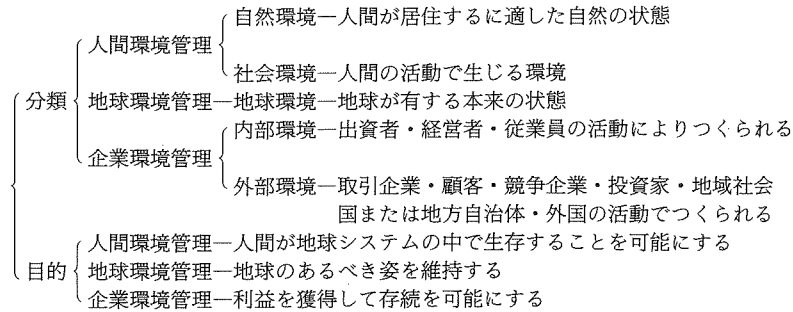


図1 環境管理の分類・目的

会環境とに区分する方法も見られるが、拙稿では上述の考え方を採用する。

環境管理の方法については、社会科学的方法と自然科学的方法とが考えられる。前者は環境変化の要因を排除するための啓蒙活動や法的規制であり、後者は公害の防止や改善を各種の手法によって実現するものである。

環境管理としての歴史をわが国で発刊された印刷物に求めると、アメリカで1970年にリチャード・A・ホプキンソン著「Corporate Organization for Pollution Control」(1970)が1971(昭和46)年に「企業の環境管理組織」というタイトルで邦訳発行されたのが最初と見られる。これは、「アメリカにおける公害防止組織の実態」という副題がついていることでも明らかのように、あくまでも公害を対象にしたものである。そして、1967年発刊の藻川重隆編「経営学辞典」に環境管理の項が設けられ、公害防止を対象としている。よって、わが国の環境管理は、公害対策基本法の公布によって始動したと言える。ただ、1971年の「環境破壊をめぐる」という座談会において、次のようなやりとりが見られる。“宮脇(横浜国立大)「政府なり地方公共団体がちゃんと自然の診断図をつくって、それに応じて復元しろということを条件に産業開発をやらせた場合に、どうなるか。——日本では大抵の法律にちゃんと抜け道ができています。——幾ら政府や地方公共団体がそのような処方箋をつけてもそのとおりに復元しない。」：大石環境庁長官「しません、残念ながら。」”これは法律を作成する側とそれを遵守すべき側のいずれもが、いわゆる建前と考えていることを示している。この後間もなく施行された公害対策基本法がどれほど

機能したかは、議論の余地がない。

### 3. 環境管理論の領域

#### 3.1 環境管理論の対象

環境管理論は、対象を環境主体とその内容によって分類し、そこに発生する問題の解決を目指す学問である。環境変化への対応がすなわち環境管理であり、それは人間環境管理、地球環境管理、企業環境管理に分類できる。

##### (1) 人間環境管理

人間環境管理については、1972年6月にストックホルムで国連人間環境会議が行われている。人間環境は、更に自然環境管理と社会環境管理とに区分できる。前者は、人間が生存するに適した自然状態の維持・回復を目指すものであり、後者は人間が活動することによって生じる社会的問題の解決を目指す。

##### (2) 地球環境管理

地球環境管理は、人間環境の自然環境管理と類似するが、前者が地球のあるべき姿の維持を目指すのに対し、後者は人間が生存できることを目指す管理領域と考えられる。地球環境管理が究極的には人類の存続を目指すことになるが、その対応が部分的なものでなく地球規模で行われるところに特徴がある。地球環境という考え方は、“1979年、J・E・ラヴロックは地球生命を一つの有機体としてとらえる「ガイア」という仮説を発表した。ガイアとは生きている地球を意味し、ギリシア人が大地の女神をガイアと呼ぶことからきている”が、この仮説に従ったものである。

1992年6月13～14日にブラジルのリオデジャネイ



ロで地球サミット（環境と開発に関する国連会議）が開催されたが、これは1972年にストックホルムで行われた国連人間環境会議の20周年に当たる。180カ国・地域の政府代表と国連機関、8000のNGO（non-governmental organization）で4万余名の参加があり、日本からも「水俣病被害者・弁護団全国連絡会」の代表他350名（NGO）の参加があった。ここで世界の環境に関する対応の骨子となるものが、次のように設けられた。

- (イ) 環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言
- (ロ) 気候変動枠組み条約
- (ハ) 生物多様性条約
- (ニ) 森林原則宣言
- (ホ) アジェンダ21

このように地球環境に対する関心が高まり、その維持・回復の活動が展開されている。

日本では、昭和63年度版「環境白書」において、地球環境問題について8項目を提起している。

(1) オゾン層の破壊

オゾン層は、地上12～50kmに層を成しているが、1970年代末から南極において毎年9～11月に成層圏のオゾン量が著しく減少するオゾン・ホールが発生している。フロンガスがオゾン層を破壊する可能性については、1974年にカリフォルニア大学のローランド教授等が提起している。しかし、オゾン・ホールの発見は、1982年になって南極昭和基地の日本人研究者によるといわれている。

これは、人体に直接影響がないということで電子製品の洗浄や冷却機の冷媒、ヘアスプレー等の噴射剤として広く利用された。しかし、フロンガスが大気中に放出されることにより成層圏のオゾン層を破壊し、皮膚ガンや視力障害の増加、生態系等への影響がある。

(2) 地球温暖化

世界の平均気温は、1940年代～60年代が下降傾向であったのに対し、60年代後半から上昇して80年代は観測史上初めての暑い期間であったといわれる。この傾向は、90年代になっても変わっていない。

(4) 熱帯林の減少

熱帯林の減少は、天候不順や野生生物種絶滅、空気浄化機能の低下等の大きな影響を生じている。1980年には90カ国で19億1040万haあった熱帯林が、90年には17億5630万haに減少している。これは、焼き畑農業、農地転用、家畜の放牧過多、無計画な伐採等によるものであり、経済問題が原因であることはいうまでもな

表1 アジェンダ21の構成

〈前 文〉	
〈セクション1〉	社会的・経済的要素 2. 開発途上国における国際協力と国内政策 3. 貧困の撲滅 4. 消費形態 5. 人口の動態と持続可能性 6. 健康の保護と促進 7. 持続可能な人間居住の開発の促進 8. 意志決定における環境と開発の統合
〈セクション2〉	開発資源の保護と管理 9. 大気保全 10. 陸上資源の計画・管理の統合的アプローチ 11. 森林減少対策 12. 脆弱な生態系の管理：砂漠化と干ばつの防止 13. 脆弱な生態系の管理：持続可能な山岳開発 14. 持続可能な農業と農村開発の促進 15. 生物多様性の保全 16. バイオテクノロジーの環境上健全な管理 17. 全ての海域の保護及び生物資源の保護、合理的利用 18. 淡水資源の質と供給の保護 19. 有害化学物質の環境上健全な管理 20. 有害廃棄物の環境上健全な管理 21. 一般廃棄物の環境上健全な管理 22. 放射性廃棄物の環境上健全な管理
〈セクション3〉	主たるグループの役割の強化 23. セクション3の前文 24. 持続可能かつ公平な開発に向けた女性のための行動 25. 持続可能な開発における子供及び青年 26. 先住民及びその社会の役割の認識及び強化 27. 非政府組織（NGO）の役割の強化 28. アジェンダ21の支持における地方自治体の役割 29. 労働者と労働組合の役割の強化 30. 産業界の役割の強化 31. 科学的、技術的団体の役割 32. 農民の役割の強化
〈セクション4〉	実施手段 33. 資金源及びメカニズム 34. 環境上健全な技術の移転 35. 持続可能な開発のための科学 36. 教育、意識啓発、訓練の推進 37. 途上国における能力開発のための国家機構・国際協力 38. 国際的な機構の準備 39. 国際法制度及びメカニズム 40. 意思決定のための情報

出典 日本環境協会「地球サミットを考える」  
1992年

い。

(5) 砂漠化の進行

砂漠化の原因は、熱帯林と同様に家畜の放牧過多や無計画な伐採による表土の流出である。全陸地の1/4である36万haの土地とそこに居住する世界人口の1/6が影響を受けている。毎年600万haが砂漠化しており、国連は1977年に砂漠化防止会議を開催して計画を採択したが効果がなかった。

### (6) 発展途上国の公害問題

発展途上国では上下水道の不備、廃水・廃液による河川湖沼の水質汚濁、化石燃料の多用による大気汚染、先進国の公害企業の進出等に起因する被害が増加している。

### (7) 野生生物種の絶滅

開発による棲息環境の悪化、乱獲、新入種の増加が野生生物を激減させている。世界自然保全戦略（1980年）は、2000年までに50～100万種の絶滅を予想している。国際自然保護連合が最初にレッドデータブックを作成したのは、1966年のことである。日本においても89年に、環境庁が「緊急に保護を要する動植物の種の選定調査・結果概要」で脊椎動物1243種及び無脊椎動物3万4000種を対象に絶滅種22種、絶滅危惧種110種、危急種114種、希少種415種等を選定している。

### (8) 海洋汚染

家庭廃水による河川湖沼水の富栄養化や工場廃水・廃液による水質汚濁、汚染要因物質の海洋投棄、船舶事故等によって海洋汚染が進んでいる。入江・湾や内海で養殖されている魚介類が、海水の富栄養化による赤潮の発生で死滅する事例は枚挙に暇がない。また、タンカー事故のため流出した石油で鳥類が大きな被害を受けた例も多い。これらの結果は、人類の存続に障害と成ることは明らかである。

### (3) 企業環境管理

企業の活動は人類の生存、より快適な生存のために行われると見るのが一般的である。しかし、“巨大な生産力と環境（自然）の破壊という枠組みの中で、本来その主体であるべき人間は常に受け身の形で、公害の犠牲者、公害から逃避する脱走者のイメージでとらえられている。——現代の巨大化の技術は、環境それ自体を徹底的に破壊すると共にその巨大技術のもとで働く人間をも破壊せずにはおかない<sup>9)</sup>”という指摘がある。

企業環境管理は、環境を変化させる利害関係者が企業内部と外部にいたるため、管理についても内部環境と外部環境に区分する必要がある。それぞれの利害関係者は、次のとおりである<sup>9)</sup>。

内部環境——出資者、経営者、従業員

外部環境——顧客、取引企業、金融機関、競争企業、投資家、地域社会、国・地方自治体、外国

これらの利害関係者がそれぞれ目的に向かって活動するため、企業と利害が対立することがあるが、これ

がすなわち企業環境の変化となる。

“昭和35年にはじまる日本経済の高度成長路線は——世界驚異の高度成長を遂げてきたが、——この産業構造が内包していた諸矛盾（各種公害、社会保障低位、インフレ体質、人間性疎外などが昭和40年頃から露呈し始めた結果、公害闘争、公害裁判、住民パワー、消費者パワーとなり、49年度からは春闘の「国民春闘化」等となって現れた<sup>7)</sup>”のである。外部利害関係者の一つである石油産油国がわが国企業に影響を与えたことを、“48年10月の石油ショックを契機として、わが国の企業環境は激変することになる<sup>8)</sup>”という一文が明らかになっている。

1998年には、セルフ・サービスの給油所が認可されたことにより、石油元売り各社が出店を行っているようである。これは石油販売業者にとって大きな環境変化であるが、地方の業者の中には従業員の削減による価格引き下げ幅が小さいことと日本ではフル・サービスが好まれるとの観測から影響が小さいと判断している例も多いようである。今後セルフ・サービス給油所が増加することが予想されることから、これは地方業者の環境認識の不足を示す事例といえる。

一方ダイムラーベンツとアメリカ第3位のクライスラーとの合併のような世界的な大型合併が自動車メーカーの環境を変化させており、国内メーカーはエンジンの開発コスト軽減のために相互供給の拡大などで対応を始めている。

### 3. 2 環境管理論の領域

環境管理論は、上述のように人間環境・地球環境・企業環境を対象に論じる。環境管理論は、人間の活動によって生じる環境問題を社会科学的に、自然科学的に解決しなければならず、その内容が多岐にわたることは言うまでもない。他の学問がそうであるように、環境管理を行うためには社会科学及び自然科学領域の多くの支援がなければならない。それら学問との関連性は、問題解決のための関わり具合によって決まる。

環境管理論は経営学の各論であり、経営学がそうであるように倫理学、法学、医学、化学、工学、その他の研究領域の支援によって管理が可能になる。

#### (1) 倫理学

人間の活動によって環境が破壊され、それについてどのように対応すべきかというのが問題となっているのである。そこには、環境に対する基本的な視点を何

表2 主な日本メーカーのエンジン供給関係

トヨタ自動車	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイハツ、日野自動車工業などグループでの内製が基本</li> <li>・ヤマハ発動機と相互技術協力</li> <li>・プジョー（仏）からのディーゼルエンジン購入検討も</li> </ul>
日産自動車	欧州製「マーチ」用にプジョーから 1.5ℓディーゼルエンジンを購入（1万台/年）
本田技研工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ローバー（英）から2.0ℓディーゼルエンジンを購入（約7,000台/年）</li> <li>・ローバーにガソリンエンジンを供給（3万台/年）</li> </ul>
三菱自動車工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クライスラー（米）に2.5と3ℓのガソリンエンジン供給（97年は32万7,500台）</li> <li>・ボルボ（スウェーデン）に直噴式ガソリンエンジン（GDI）を今後5年内で7万5,000台供給</li> <li>・GMなどにGDIエンジンの供給を打診</li> </ul>
マツダ	起亜自動車（韓国）にガソリンエンジンを供給（16万台/年）
いすゞ自動車	GM系オペル（独）にディーゼルエンジンを供給（13万台/年、99年から20万台目指す）

出典 朝日新聞朝刊 1998年5月14日号

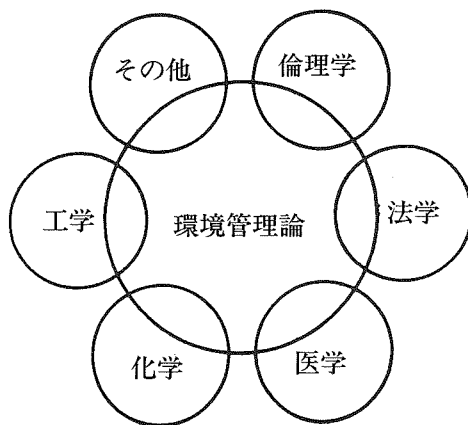


図2 環境管理論と関連研究領域

処に置くかが重要である。そこで環境問題を考えるための倫理の必要性が生じる。これについて「『環境倫理学』には、私たちが自然によって生かされているという自覚が色濃く含まれています。私たちが生かされている自然（環境）に対する私たちの関わり方や姿勢、応答の仕方や責任の執り方の善し悪しを問い直しながら生活していくのが環境倫理的な生き方と言えるでしょう<sup>9)</sup>」という考え方がある。そもそも環境破壊は、人間の自然観に起因するといわれる。「近代科学の自然観は、デカルトの機械論的(力学的)世界観によってとりわけ明快に表現されている。デカルトは、自然

を機械として捉え、自然の森羅万象を、一様な延長における微粒子の演ずる現象に還元し、かくて自然から生命の存在を剥奪することになる。<sup>9)</sup>”長い間このような観点から自然に対応した結果、人類の存在をも危うくする状態になっている。地球的規模での自然破壊は、“環境倫理学、つまり人間と他の生物、地球上の他の存在との関係を倫理の問題としてとらえる状況が現出したように思われる。そしてその前提として機械論を越えた有機体的自然観が重要な意味をもつように思われるのであり、そのことを通じて人間中心主義から生命中心主義への発想の転換も可能であるように思われる。<sup>10)</sup>”すなわち自然は人間のためのものであり、必要に応じて自由に改変したり消費するという考え方を、根本的に変える必要がある。環境倫理学の確立は、その基礎を成すものである。

“環境倫理学はまた環境経済学、環境政治学へと展開されていかなければならないであろう<sup>11)</sup>”が、自然の重要性を認識させるためには体験的教育の実践が欠かせないものと思われる。

(2) 法学

人間が際限ない欲求に基づいて利便性を追求することにより、企業は常に新製品を開発すると共に利益獲得のために経済性を追求することになる。個人や企業の自由意思による活動を認めた場合、どのような結果が生じるかについては周知の通りである。現在、国内的・国際的に自然破壊を防止するための法律が整備さ

れつつあるが、先進国と発展途上国との間には大きな格差がある。自然破壊を防止するためには、経済活動の枠組としての法律の整備が急務である。

### (3) 化学

化学によって造り出される製品は、大いに利便性や経済性を高めてきたことは事実である。しかし、今や企業は、如何に自然を破壊しない製品を造るかということが重要な課題になっている。そのためには製品化以前の研究段階において、徹底した問題解決が必要である。従来、問題が生じないように研究開発が行われたことは言う迄もないが、対象範囲が狭小であったことは否めない事実である。究極的には、使用されたものが自然破壊をせずに分解されて自然に還ることが望ましい。発生した問題を解決することは重要であるが、次の段階では発生を防止することを目指すことになる。

### (4) 工学

企業が経済性を追求する余りに、処理が困難な製品の増加やリサイクルの遅滞が目立っている。これは企業の経営理念や環境倫理の問題であるが、リサイクルを可能にする生産技術やシステムづくりが必要である。企業は利潤を追求するためにはコスト削減が必要であり、リサイクルよりも安価な新しい原材料による製造を行う場合が多い。リサイクルを促進するには、原材料の加工や部品組み立て方法の研究開発が行われなければならない。それによって廃棄処分による自然破壊の防止に貢献することができる。レスター・ブラウンは、新しい経済への五つのステップとして“(1)新しいエネルギー源に転換する、(2)リサイクル経済を創造する、(3)自動車文化を見直す、(4)「食」の安全保障を図る、(5)人口のゼロ成長をめざす<sup>12)</sup>”ことを上げている。これらは、いずれも自然破壊防止のために看過できないものである。

以上、主たる4領域について一瞥したが、これらの他あらゆる研究領域が環境管理を実現するために不可欠であることは上述の通りである。

## 4. おわりに

環境管理に関する学問は、今後更に重要性を増すものと思われる。それぞれの活動主体は地球というシステムの中で活動し、存続して行かなければならないため、地球的規模で、国レベルで、地域レベルでの対応が要求される。そのためには、それぞれの活動主体が関連ある環境情報を収集し、それに基づく意思決定及

び活動を行う必要がある。

## 引用文献

- 1) 環境倫理と環境教育：伊東俊太郎編，1997年，朝倉書房，P. 4
- 2) The Human Environment and Business: Henry Ford II, 邦訳，1976年，東京教学社，P. 4
- 3) ジュリスト：我妻栄編，1971年11月10日号，P. 20
- 4) 地球環境をひもとく：小林純子・湯川英明，1997年，化学工業日報社，P. 60
- 5) 我妻栄篇：同掲書，P. 47
- 6) 組織・環境・個人・J. W, ローシュ・J. J. モース，邦訳，1977年，東京教学社，P. 5~6
- 7) 環境変動下の経営労働問題：日本如予学会編，1975年，中央経済社，P. 1
- 8) 日本労務学会編：同掲書，P. 2
- 9) 環境倫理：中村友太郎他，1996年，北樹出版，P. 3
- 10) 環境倫理の課題：間瀬啓允他，1993年，行路社，P. 32
- 11) 自然観の構造と環境倫理学：藤原保信，1991年，御茶の水書房，P. 161
- 12) 藤原保信：同掲書，P. 7
- 13) エコ経済革命：Lester R. Brown, 邦訳，1998年，たちばな出版，P. 141~162

## 参考文献

- 1) Corporate Organization: Richard A. Hopkinson, for Pollution Control, 邦訳，1971年，日本能率協会
- 2) 経営学辞典：藻利重隆編，1967年，東洋経済新報社
- 3) 日本の公害史：神岡浪子，1989年，世界書院
- 4) 環境公害判例体系(2)広域公害：野村好弘・加藤了・高崎尚志編，1974年，学陽書房
- 5) 世界の公害地図：都留重人編，1977年，岩波書原
- 6) 地球環境条約集—第2版—：地球環境法研究会，1995年，中央法規出版