

季刊

# くらしと協同

2023 冬号 No.46

特集

生活の中の化学物質を問う

総論

化学物質との向き合い方を考える

# INDEX

---

## 生活の中の化学物質を問う

### 巻頭言

化学物質の影響を考えることの意味 ……上島 通浩 1

### 総論 化学物質との向き合い方を考える ……2

01 発達障害増加の原因—農薬や環境ホルモンなど有害化学物質の影響— ……木村—黒田 純子 3

02 大気汚染物質が人びとのくらしに及ぼす影響 ……高野 裕久・聞き手 御手洗 悠紀 11

03 有機フッ素化合物（PFAS）の影響と向き合うために ……原田 浩二・聞き手 岩男 望 21

### 特集 生活の中の化学物質を問う …… 31

01 脳科学から見えてくる香害の影響 ……岡本 剛 32

02 香害をなくす活動

香害は公害～柔軟剤など日用品による健康被害

実態を調査し、国やメーカーに規制を求める ……杉浦 陽子 40

03 生活クラブの取り組みから考える化学物質とのつき合い方 ……浮網 佳苗 50

04 PFOS、PFOA など有機フッ素化合物に関する課題 ……橋本 淳司 57

### くらしと協同をたずねて

01 本みりんの歴史と伝統を未来へ繋ぐ

—九重味淋株式会社の取り組み— ……青木 美紗 65

### 書評

01 『「甘い香り」に潜むリスク 香害は公害』水野 玲子 著 ……山梨 勇斗 71

02 『魚はなぜ減った？ 見えない真犯人を追う』山室 真澄 著 ……池上 亜美 73

### 映評

01 『MINAMATA- ミナマタ』

ジョニー・デップ・出演／アンドリュー・レヴィタス 監督 ……浮網 佳苗 75

研究所ニュース …… 77

投稿規定 …… 78

バックナンバー／編集後記 …… 79

## 化学物質の影響を考えることの意味

上島 通浩 (名古屋市立大学大学院 医学研究科環境労働衛生学分野 教授)

私たちの身の回りには多くの化学物質が溢れています。化学物質というと(1)人類が目的をもって生み出した合成化学物質、をイメージする方が多いと思いますが、この他にも(2)人間の活動により非意図的に生成される化学物質、(3)自然界にもともと存在する化学物質、(4)自然がつくりだす化学物質があります。例を挙げれば、(1)の化学物質にはプラスチック製品の原料、農薬、食品添加物、合成洗剤などが、(2)には燃焼により生じる窒素酸化物やダイオキシンなどが、(3)には土壌中の鉛やヒ素などが、(4)にはカビが作り出す毒(アフラトキシン)や、二枚貝が持つことのある貝毒などがあります。これらの化学物質は、環境、人や社会にさまざまな影響を与えています。

このうち、日常生活で健康との関わりについて話題になりやすいのは、(1)や(2)の化学物質です。職業性中毒や公害病が社会問題になった歴史があり、環境汚染による健康不安は古くて新しい問題です。測定技術が進歩した今世紀は、研究が進むにつれて、かつてはよくわからなかった微量の化学物質による影響が注目される時代です。

私たちがめざすのは、化学物質の影響を受けやすい子どもや高感受性の方々を含め、すべての人が安全・安心を感じつつ質の高い生活を送ることができる社会です。そのためには、化学物質のよりよい管理の仕方を考え、法的規制を含めよりよい社会の仕組みを作っていかなければなりません。

レジ袋の削減にみられるように、社会としての仕組み作りに加え、個人レベルでの行動変容も求められます。そして、適切な管理のあり方を考える際には、「交通事故にあうリスク」や「維持費がかかること」を承知で「移動の手段を確保する」目的で自家用車を保有するように、個人や社会のさまざまな側面を複眼的に眺め、「リスク」と「便益」を天秤にかけて考える視点が必要です。(1)の合成化学物質には開発された理由があり、ある側面の悪影響を防ぐために使用をやめたり代替品に切り替えたりしたときに、想定しなかった困った事態が生じた、ということも私たちの社会は経験しています。個人レベルでも、毎日の食生活で合成化学物質の含有のみに注目するようになったら、必要な栄養素の取り方を意識しなくなるかもしれません。

化学物質がもたらす「便益」と「リスク」のバランスの取り方は、時により、また、人によって順番や正解が異なるむずかしい問題です。また、健康保持の側面では(1)、(2)に加え、(3)や(4)の化学物質にも目を向ける必要があります。化学物質の問題を考えることは、私たちの生き方や社会を考えることでもあります。専門家の見解でもあっても、それが絶対に正しいものとはかぎりません。読者の皆様が本号の内容を含めさまざまな情報や考えに触れ、ご自身の考えを深めていただければ幸いです。

## 総論

# 化学物質との向き合い方を考える

1. 発達障害増加の原因—農薬や環境ホルモンなど有害化学物質の影響—  
木村—黒田 純子
2. 大気汚染物質が人びとのくらしに及ぼす影響  
高野 裕久
3. 有機フッ素化合物 (PFAS) の影響と向き合うために  
原田 浩二

私たちの身近な生活環境の中には、様々な化学物質があります。日本国内で使用されている化学物質はおよそ 10 万種類を超えるといわれており、それらは食品、衣料品、家電製品、化粧品、洗剤、医薬品などの多くの製品に使用され、生活と深く関わりを持っています。

こうした化学物質は様々な効果がある一方で、化学物質過敏症と呼ばれる症状を引き起こす原因として多くの人々に負の影響を与えています。また人々と同様に大気・森林・海洋・河川・湖沼等といった自然環境にも大きな影響を与えています。古くは、1962 年に出版されたレイチェル・カーソンの『沈黙の春』において、人間が生み出した化学物質が生物に有害な影響を及ぼすことが指摘されてきました。環境中に排出された化学物質の中には、大気汚染や水質汚濁の原因となる物質があることや、土壌に蓄積することによって地下水等を通じて拡散し、生態系や人々の健康に影響を及ぼす事態が起こっていることは周知の通りです。

歴史が物語っているように、水俣病などをはじめとした産業公害や、生活排水

による水質汚濁、自動車等の排気ガスによる大気汚染、フロン等によるオゾン層の破壊、また高度経済成長期に起こった毒性の強い DDT (ジクロロジフェニルトリクロロエタンの略で、有機塩素系の殺虫剤・農薬) などが田にまかれ、本来、田に生息するフナやドジョウといった様々な生物が田から消えていったことなど、枚挙に暇がありません。

科学技術の発達により、多くの化学物質が生み出され、人々はその恩恵を受けてきました。一方でその溢れる化学物質を、私たちは直接目で見ることにはできません。ゆえに、的確に情報を捉えて理解し、日々の生活の中で一人一人が取り組めることを継続して行っていくことが大事だと考えます。

総論では、こうした化学物質との向き合い方について多様な論点を提示して述べて頂きました。本号を通じて私たちの生活に大きな影響を与えている化学物質との接し方や未来に向けての行動について考えていく一助になれば幸いです。

(本研究所研究員 片上 敏喜)

総論 化学物質との向き合い方を考える

# 発達障害増加の原因 —農薬や環境ホルモンなど有害化学物質の影響—

木村一黒田 純子  
環境脳神経科学情報センター



## はじめに

近年日本では、自閉スペクトラム症（以下自閉症）、注意欠如多動症（以下ADHD）、学習障害（LD）など発達障害児が増えている。2022年12月、文部科学省は、小・中・高等学校の通常学級の児童・生徒中の発達障害と疑われる割合は、8.8%と発表した(図1)。2012年調査では6.5%だったので、明らかに増加傾向にある。この増加は、診断基準がDSM-5に変更（2013年）されたことや、以前より親が早くに医者に

連れて行くようになったことも関わっているが、それだけでは説明がつかない。脳は遺伝と環境が相互に関わりあいながら、発達していく。遺伝子が重要であることは言うまでもないが、日本人全体のような集団で、数十年という短期間に発達障害を起こすような遺伝子変異が起こることはありえない。増加の原因は、何らかの環境要因が関与していることが示唆される。

脳発達に影響を及ぼす環境要因は、栄養状態、養育、教育・社会環境、化学物質環境など多様で、ここ50～60年で、子ども

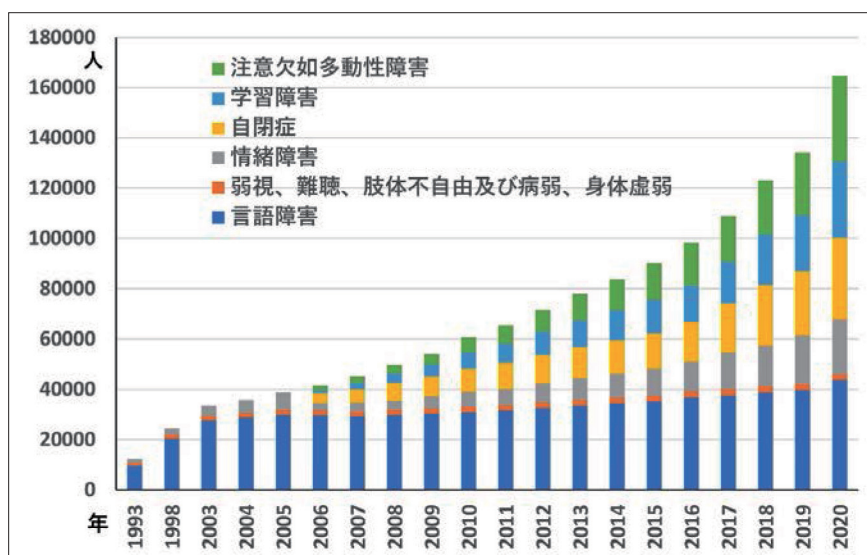


図1 日本において通級指導を受ける児童生徒の推移  
文科省、「令和2～3年度 特別支援教育に関する調査の結果」より作図。特別支援学級でも自閉症・情緒障害が増加。2018年から国立、私立及び高校を含む。それ以前は公立の小学校、中学校。[https://www.mext.go.jp/content/20220905-mxt\\_tokubetu01-000023938-9.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20220905-mxt_tokubetu01-000023938-9.pdf)

を取り巻く環境が激変した。食事は手作りの和食から、冷凍食材やコンビニ弁当などが増え、栄養バランスが悪くなり、心身の成長に必要な栄養素が不足し、有害な食品添加物や残留農薬を摂取する機会が増えている。子どもの生活様式も早寝早起きの習慣がなくなり、睡眠パターンが乱れてホルモンに異常が起こることもある。さらに、暴力的なゲームなどによる影響も懸念されている。

一方、環境要因のなかでも 1950 年頃から大量生産された農薬や環境ホルモン（内分泌攪乱物質）など発達神経毒性を持つ合成化学物質や、トリチウムなど遺伝 (DNA) 毒性をもつ有害な環境化学物質の曝露が、脳の発達に悪影響を及ぼすことを示した疫学研究や動物実験の報告が蓄積してきている。2010 年の「有機リン系農薬に低用量でも曝露した子どもに ADHD のリスクが高まる」などの疫学論文を始め、殺虫剤や環境ホルモン作用をもつ有害化学物質が、高次脳機能の発達に悪影響を及ぼすデータが次々に報告されてきた。

米国小児科学会、世界保健機構 / 国際連合環境計画 (WHO/UNEP)、国際産婦人科連合は、2012 - 15 年に次々と公式声明を発表し、「農薬や環境ホルモンなど有害化学物質の曝露は、子どもの脳発達に悪影響を及ぼし、小児がんなどの健康障害を起こす可能性がある」と警告した<sup>1)</sup>。

発達障害は、個性の延長であって障害ではないという見方も一理あるが、コミュニケーションで苦勞することが多く、環境要因で増加しているなら、原因究明が必要と考える。国内でも、「胎児期から小児期における化学物質曝露が子どもの健康に大きな影響を与えているのではないか」という仮説に基づき、環境省が 10 万人規模のエコチル調査 (コホート研究)<sup>2)</sup> を 2011 年

から実施し、発達障害についても検討している。

筆者は黒田洋一郎と共著で、2014 年『発達障害の原因と発症メカニズム』(河出書房新社) を上梓し、2020 年の重版で新しい情報を加筆増補した<sup>1)</sup>。また有害な化学物質全般について、拙著『地球を脅かす化学物質』(海鳴社 2018 年)<sup>3)</sup> で、一般向きに紹介した。本稿の詳細や参考文献は、拙著をお読み頂きたいが、有害化学物質曝露が子どもの脳に及ぼす影響について、最近の研究概要を紹介する。なお、子どもの健康障害ではアレルギーの増加も懸念されている。アレルギー発症には腸内細菌叢のバランス異常が関与しているが、紙面の都合で割愛したので拙著<sup>3)</sup> を参照されたい。

## 1. ヒト脳の発達基盤

ヒト脳の構造と機能 (ことに社会性を担う高次機能) の発達は、「遺伝と環境の相互作用」によっている (P5 図 2)。例えば、子どもがどの言語を話すようになるかは 100% 周りの環境によるが、言語能力そのものは生得的 (遺伝) であることはよく知られている。遺伝子は、例えば基本の設計図で、脳が発達するには遺伝子 (設計図) を基に、数千数万の遺伝子発現が正常に働くことが必須となる。遺伝子発現とは、DNA にコードされた遺伝子を基に、鋳型のメッセンジャー RNA (m RNA)、さらにタンパク質が合成される過程だ。

脳の発達で、特に重要なのは、約 1000 億もの神経細胞が他の神経細胞とシナプス結合によって繋がり、脳の高次機能を担う神経回路ができる過程で、これには膨大な数の遺伝子発現の調節が関わっている。この遺伝子発現は多様な環境要因 (生育環境

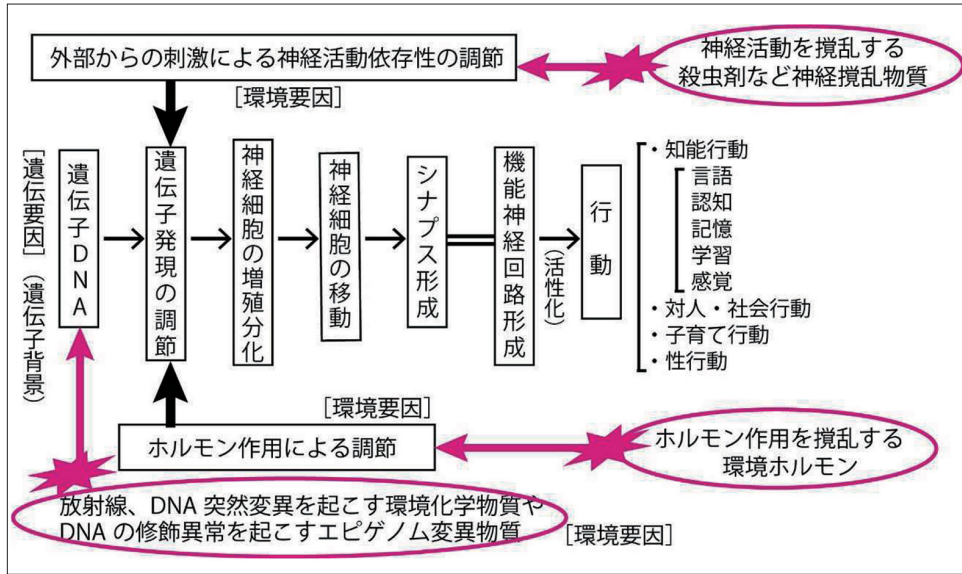


図2 脳の発達過程とそれを阻害・攪乱する有害な環境化学物質  
 受容体を介して神経系やホルモンを攪乱する環境ホルモンや殺虫剤以外に、DNAに影響を及ぼす物質や標的が不明な神経毒性物質もある。

や化学物質環境) によって変化を受けるため、正常な発達においても1人1人異なった神経回路群が形成され、異なった人格(脳)が形成される。ことに高次脳機能では、遺伝子を基盤とした、環境による遺伝子発現の調節が重要で、親との触れ合いなど外部からの刺激や、栄養、ホルモンなど化学物質環境が関わっている。外部からの刺激は、神経伝達物質などの化学物質情報に変換されるため、それを阻害・攪乱する殺虫剤など神経毒性物質が、脳の発達を障害することがある。

## 2. 遺伝要因の過大評価と環境要因の重要性

発達障害のうち、最も研究されたのは自閉症で、そこから環境要因の重要性がわかってきた。自閉症は、1943年、米国でカナー医師が最初に報告し、当時は母親の

育て方が悪いという“冷蔵庫マザー説”が提唱された。一方1977年、英国のラター医師が、たった21組の一卵性双生児の研究から、自閉症は遺伝要因が約92%と報告した。この一卵性双生児法には原理的欠陥があり、元々低栄養状態になりやすい、などの環境要因が遺伝要因として算出されてしまうことが無視されていた。しかし、1990年頃、この遺伝性92%が重視され、自閉症“原因”遺伝子探索の研究競争が始まった。当時は遺伝子研究が重視されていたので、遺伝要因が過大評価されたのだ。

膨大な遺伝子研究が報告された結果、単一の自閉症原因遺伝子は見つからなかったが、約1000もの関連遺伝子がデータベースに登録されている<sup>4)</sup>。自閉症関連遺伝子は多様だが、直接、間接に神経回路を造るシナプスの形成・維持に関係する遺伝子が大多数であった。自閉症関連遺伝子には、シナプス結合や神経伝達を担う物質群、さらに遺伝子発現の調節を担うホルモンや

転写因子 (DNA から mRNA の産生を担う物質群) やエピゲノム (本稿 4.⑨参照) に関わる間接的な物質群が報告されている。さらにより検出力の高く調査数の多い 2011 年の疫学論文では「“自閉症の遺伝率”は 37%」程度と報告され、残りの 63% は環境要因であることがわかってきた<sup>1)</sup>。自閉症以外の発達障害も同様に、遺伝と環境が関わっていると考えられる。

### 3. 発症しやすさを決める “遺伝子背景” と引き金を引く “環境因子”

上述した 1000 以上もの自閉症関連遺伝子が発症しやすさを決める遺伝子背景となり、これに多様な環境因子が関わり自閉症などの発達障害を起こすと考えられる。なかでも発達期の脳に侵入する有害な環境化学物質が関わっていることは、ヒトの疫学

や動物実験など多数の研究報告から確実となってきた。

1950 年頃から近代工業の進展は著しく、多種多様の合成化学物質をその毒性に気づかず生産、使用、廃棄し、結果として人々が多様な毒性化学物質に長期間曝露され、胎児にも複合汚染を起こすことになってしまった。多くの有害環境化学物質は、胎盤を通過することが報告されている (図 3)。また成熟した脳では、血液脳関門という血管にある構造が有害な化学物質の侵入を防いでいるが、胎児・小児期の血液脳関門は未熟で多くの有害物質を通してしまう。

環境省の調査<sup>5)</sup> (表 1) では、一般の日本人でも数百種の環境化学物質に常時曝露しており、全員から検出されるものだけでもダイオキシン、PCB、有機フッ素化合物、多種類の農薬 (有機塩素系、有機リン系、ネオニコチノイド系: 以下ネオニコ)、フタル酸エステル類、ビスフェノール類、水銀、鉛、カドミウムなどがあり、胎児にも

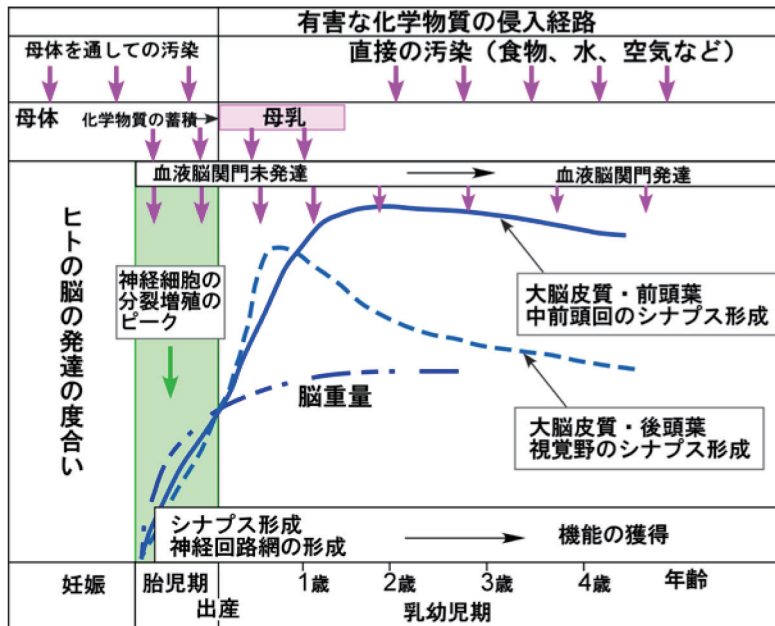


図3 脳（神経回路・シナプス）の発達過程と毒性のある化学物質の脳への侵入経路



表 1 有害な環境化学物質に複合曝露している日本人

試料	分類・用途など	化学物質名	中央値	毒性や性質
尿	ネオニコチノイド系農薬	クロチアニジン	◎0.18 µg/gCr	発達神経毒性、生殖毒性など
		ジノテフラン	◎0.76 µg/gCr	発達神経毒性など
	ネオニコチノイド代謝物	デスメチル・アセタミプリド*	◎0.26 µg/gCr	原体は発達神経毒性など
	有機リン系農薬代謝物	DMP	◎1.5 µg/gCr	発達神経毒性など
		DEP	2.0 µg/gCr	発達神経毒性など
	ピレスロイド系農薬代謝物	PBA	0.32 µg/gCr	発達神経毒性など
環境ホルモン	パラベン類	メチルパラベン	◎84 µg/gCr	環境ホルモンなど
	フタル酸エステル類	MBP	◎10 µg/gCr	環境ホルモン、発達神経毒性
		MEHHP	◎4.4 µg/gCr	環境ホルモン、発達神経毒性
	ビスフェノール類	BPA	◎0.16 µg/gCr	環境ホルモン、エピジェネ変異
血液	ダイオキシン類**		◎12 pg-TEQ/g-fat	環境ホルモン、エピジェネ変異
	有機フッ素化合物	PFOS	◎1.1 µg/ml	環境ホルモン、発がん性
		PFOA	◎1.8 µg/ml	環境ホルモン、発がん性
	総水銀		◎5.2 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性
	鉛		◎7.3 ng/ml	神経毒性、発達神経毒性
	カドミウム		◎0.8 ng/ml	神経毒性、腎毒性、発がん性

環境省：平成30年度～令和3年度化学物質の人へのばく露量モニタリング調査（各年80人から120人）より引用。無印は令和3年度、\*令和2年度、\*\*平成30年のデータ。◎は検査全員検出。毒性については筆者が加えたもので、環境省の見解ではない。<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>

当然これらの複合曝露が予想される。これらはそれぞれ低濃度で“直ちに”影響することはないが、脳の発達には常時膨大な遺伝子発現が起こっており、それを担う多くの生理的物質が複雑精緻な調節を担っているため、影響を受けやすいと考えられる。

ことに高次脳機能の発達に及ぼす農薬などの化学物質の影響は、試験法が確立されていないため、影響が懸念される。2019年、日本の農薬の毒性試験に、漸く発達神経毒性が入れられたが、必須項目ではなく方法も旧式であるため、高次脳機能への影響を調べるには不十分で、国際学会でも論議が継続している。

また環境ホルモンは、ホルモン同様に低用量でも内分泌攪乱作用をもつことが、多数の学術論文で確認されており、EUでは厳しい規制が実施されているが、日本では

考慮されていないことも重大な課題だ。環境ホルモンは女性ホルモンを攪乱する物質が多く、男性の精子減少や女性の生殖系にも悪影響を及ぼし、不妊を増加させていることが報告されている。日本で少子化が問題となっており、経済面や女性の社会環境などが話題になっているが、生殖毒性のある環境ホルモンの規制が必要だ。さらに有害な環境化学物質を複合曝露すると、その影響が相乗的に大きくなる報告もあるが、複合影響もほとんど調べられていない。

#### 4. 脳の発達を攪乱・阻害する環境化学物質

脳の発達を阻害・攪乱する環境要因としての環境化学物質など、学術論文で報告さ

れている情報を紹介する。

①環境ホルモン：脳の発達に重要な甲状腺ホルモンや性ホルモンなどを攪乱する、農薬類、PCB、ダイオキシン、プラスチックに含まれるフタル酸エステル類、ビスフェノール類、臭素系難燃剤、パラベン類や、有機フッ素化合物などがある。甲状腺ホルモンは脳の発達に必須で、先天性甲状腺機能低下症（クレチン症）は、身体や知能の発達不良を起こす。脳の発達には、性ホルモンも重要で、とくに女性ホルモンは脳の性分化だけでなく、脳の発達、記憶、学習にも重要な働きをしていることがわかっている。

②殺虫剤：農薬のなかでも殺虫剤は、昆虫の脳神経系を標的にしており、ヒトを含む哺乳類と昆虫の脳神経系には化学的な類似性があるため、直接悪影響を及ぼす。有機塩素系、有機リン系、ネオニコ系、ピレスロイド系、カルバメート系などが、脳発達に悪影響を及ぼす報告が多数ある。有機リン系クロルピリホスは発達神経毒性のために欧米では使用禁止になっているが、日本では現在も使用されている。ネオニコでは、無毒性量（農薬の毒性試験で有害作用が出ないとされた量）を母体経路で投与された雄マウスで、行動異常が報告されている<sup>1)</sup>。ピレスロイド曝露が、ADHD のリスクを上げることも疫学研究や動物実験で報告されている。日本の子どもの尿中には、有機リン、ピレスロイド、ネオニコ3種の殺虫剤が同一サンプル中で高率に検出されており<sup>1)</sup>、低濃度であっても、慢性複合影響が懸念される。

環境省のエコチル調査の最新論文<sup>6)</sup>では、約 8000 人の妊婦の尿中に低濃度だが高率にネオニコが検出された。生まれた子どもの脳の発達状態を親のアン

ケートで調べたところ、この調査で検出された低濃度のネオニコ曝露では異常は認められなかったが、著者らは今後詳細な検討が必要と記載している。

③重金属類：神経毒性をもつ重金属類（鉛、水銀、カドミウム、ヒ素、アルミニウムなど）は、自閉症など発達障害発症のリスクを上げることが報告されている。

④大気汚染物質：疫学研究で大気汚染が発達障害の危険因子となることが多数報告されている。PM2.5 などの微粒子には、水銀、鉛、農薬など多種類の有害物質が検出されている。肺から取り込む有害物質は、直ぐに血中に入り脳を含む全身に運ばれるため、肝臓で解毒作用を受ける経口よりも、更に毒性が高くなる。

⑤医薬品：サリドマイドやバルプロ酸（抗てんかん薬）、向精神薬は、妊娠中の特定期に服用すると自閉症の発症リスクを上げることが報告されている。最近では、鎮痛・解熱剤に多用されているアセトアミノフェンの、妊娠期の服用が、自閉症や ADHD のリスクを上げることも報告されている。

⑥早産や低出生体重、生殖補助医療：これらは、発達障害発症のリスクを上げる。日本は低出生体重が多く、女性のダイエット志向が原因とされがちだが、喫煙や農薬曝露などでも報告があるので、化学物質曝露と無関係ではない。

⑦養育期のトラブル：虐待やネグレクトも発達障害のリスク因子となる。動物実験では、有機リン系やネオニコ系農薬、環境ホルモンを胎児期に曝露した雌ネズミが親になった際、育児放棄をするという報告がある。雄ネズミでは、胎児期に有機リン系農薬を曝露すると、攻撃性が上昇するという論文もある。日本では有機リン系農薬を 1980～90 年代に大量使用

したつげが、現在になって子どもたちへ虐待という形で、日本社会に表れている可能性が懸念される。

- ⑧免疫系・腸内細菌叢の異常：脳の発達に必要な免疫系に異常を起こす感染症や抗菌薬の服用も、発達障害のリスクを上げることが報告されている。体内の正常な免疫には、腸内細菌叢が重要な役割を果たしており、自閉症と腸内細菌叢の異常との関連が注目されている。自閉症では消化器症状を伴うことが多く、腸内細菌叢の改善で、神経症状が軽減する臨床例が報告されており、今後の進展が期待される。免疫系や腸内細菌叢や腸内細菌に異常を起こす化学物質として、抗生剤、抗菌剤、有機リン、ネオニコ、除草剤グリホサートなど農薬の報告が出ている<sup>1)</sup>。
- ⑨エピゲノム（エピジェネティクス）異常：エピゲノムとは、DNA塩基配列の変化を伴わない遺伝子発現を制御・伝達する機能調節で、DNAのメチル化やDNAが巻き付いているヒストン蛋白の修飾などが知られている。これらに異常を起こす環境化学物質も、発達障害の発症に関わっている可能性が高い。エピゲノムの異常は、脳の発達に影響を及ぼすだけでなく、発がん、世代を超えた継世代影響にも関わるので、化学物質の新しい毒性として検討する必要がある。生殖細胞に起こったエピゲノム異常が世代を超えて引き継がれると、孫、ひ孫と世代を超えて健康障害を起こす動物実験が報告されている。エピゲノム異常を起こす化学物質として、ビスフェノールA、ダイオキシン、ヒ素、除草剤グリホサート、アトラジン、ピンクロゾリン（登録失効済み）などが報告されている<sup>1)</sup>。
- ⑩環境化学物質や放射線による新規の遺伝

子突然変異：両親の遺伝子は正常でも、子どもの遺伝子に新しく起こった突然変異が、自閉症の要因になる事例も複数報告されている。遺伝子に突然変異を起こす原因としては、発がん性や遺伝毒性をもつ化学物質群や放射線があげられる。遺伝毒性を持つ化学物質や放射線は発がんだけが注目されてきたが、発がんに至らなくても遺伝子の変異は多様な疾患を起こす可能性があり、自閉症など発達障害もその1つと考えられる。親の高齢は自閉症の危険因子で、卵子や精子を産生する生殖細胞の遺伝子に、遺伝毒性物質や放射線による突然変異が蓄積したことが要因とも考えられる。

ストロンチウムなどの内部被曝は、遺伝子の突然変異など数々の異常を起こす。トリチウムは、DNA二重らせん構造を支える水素結合の水素に置き替わり、 $\beta$ 崩壊を起こしてヘリウムになると、水素結合は壊れ、DNAの二重らせん構造が破壊される（詳細は西尾正道氏の本を参照<sup>7)</sup>）。DNAの立体構造の破壊によって、発がん、次世代の奇形、発達障害などが増える可能性がある。卵子にはあるDNA突然変異の修復酵素群が、精子にはないため、高齢者の精子には変異が蓄積し、子どもに発達障害を起こすリスクが高くなる。

## 終わりに

以上、発達障害に関係する環境化学物質について、概要を紹介した。なお、もしも子どもに発達障害の症状があったとしても、脳の機能には可塑性があるので、改善する可能性は高い。その子にあった適切な教育や療育を受けられるよう、早期に専門

家に相談することが重要だろう。

発達障害増加の原因としての環境化学物質について、科学的知見が蓄積してきたとはいえ、厳密で科学的な立証には更なる研究が必要だ。有吉佐和子が名著『複合汚染』(1975 年)で訴えた有害化学物質の複合曝露影響が、発達障害の増加に関わっている可能性が高いが、複合影響の研究は一筋なわけではいかない。一方で未来を担う子どもの健康に関わる重大事であるので、地球温暖化のように完全に立証されなくとも、「予防原則」に基づいた規制を行うべきであろう。

農薬や合成化学物質などが、脆弱な発達の子どもにどう影響するのか、科学的に明らかになるのは、疫学調査が完了した後になり、完全に手遅れになる。そのため EU では「予防原則」に基づき、農薬や環境ホルモンの法的規制を、実際に実行している。日本でも、農薬など危険性のある化学物質の社会規制を、出きるだけ早期に実施する必要がある。重要なことは、「遺伝要因は変えられないが、環境要因を改善することは可能」であることだ。

現在日本では、農薬や有害化学物質の法規制が遅れている。農薬は農薬取締法改正(2018 年)に伴い、再評価が開始したが、最新の科学情報源となる公表文献の資料が利益相反のある農薬企業に任せられ、公平、透明性をもって実施されるのか懸念が残る<sup>8)</sup>。

環境ホルモンを含むプラスチックや有機フッ素化合物などの法規制も、まだ進んでいない。有害化学物質も放射性物質も、直ちに健康障害を起こすことはなくとも、脆弱な子どもの脳発達や健康に影響を及ぼす可能性がある。気候変動の悪化も半端なく、自然災害が多発している。

人間が利便性、効率性を求めてきたつけ

が、地球生態系や子ども達の未来に脅威を及ぼしている。私たち大人の根本的な行動変容が求められている。

#### 文献

- 1) 黒田洋一郎、木村一黒田純子：発達障害の原因と発症メカニズム—脳神経科学からみた予防、治療・療育の可能性、増補重版、河出書房新社、2020。
- 2) 環境省・エコチル調査：<https://www.env.go.jp/chemi/ceh/index.html>
- 3) 木村一黒田純子：地球を脅かす化学物質、海鳴社、2018。
- 4) SFARI gene：<https://gene.sfari.org/database/human-gene/>
- 5) 環境省・化学物質の人へのばく露量モニタリング調査：<https://www.env.go.jp/chemi/kenkou/monitoring.html>
- 6) 国立環境研究所報道発表 2023 年 11 月 14 日 <https://www.nies.go.jp/whatsnew/2023/20231114/20231114.html>
- 7) 西尾正道：被曝インフォデミック トリチウム、内部被曝——ICRP によるエセ科学の拡散、寿郎社、2021
- 8) 日本内分泌攪乱物質学会ニュースレター Vol. 25 No.4 特別号「農薬リスク評価の諸問題」：<http://jsedr.org/>

総論 化学物質との向き合い方を考える

## 大気汚染物質が 人びとの暮らしに及ぼす影響

**高野 裕久**

京都先端科学大学 国際学術研究院 教授（京都大学 名誉教授）

聞き手：御手洗悠紀（京都大学大学院農学研究科研究員（非常勤））



### 「大気汚染物質」の変化

**【御手洗】** まずは基本的なことからお伺いしたいのですが、今日の「大気汚染」をどのような現象として理解したら良いのでしょうか。

**【高野】** 大気汚染とは、「戸外の大気中に人工的に持ち込まれた汚染物質が存在し、その量や濃度や存在時間が地域住民のかなり多数の人々に不快感を引き起こしたり、広い地域に渡って公衆衛生上の危害や、人間、動物種の生活を妨害するようになっている状態」と、WHOによって定義されています<sup>1)</sup>。つまり、それなりの数の人たちが健康について影響を受けている状態と言えます。

大気汚染と聞いてよく連想されるのが、四大公害病の一つである四日市ぜんそくかと思えます。これは三重県四日市市の石油化学コンビナートの稼働により、同地域で発生した公害病です。この頃、大気汚染物質の発生源となったのは、工場や発電所のような大きな設備です。これらは動かない発生源であることから「固定発生源」と呼ばれます。四日市ぜんそくよりも以前の時代には、燃料源として石炭が利用されていました。石炭は、完全燃焼すれば炭素（C）が酸素（O）と結びついて二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）が発生すると考えられます。とはいえ実際

のところ、石炭のなかには不純物が含まれていますので、その不純物に由来する酸化物が発生します。つまり、石炭に含まれる硫黄由来の酸化物、いわゆる二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）を含む、硫黄酸化物（Sox：硫黄と酸素が化合した物質の総称でソックスと呼ばれる）が大量に排出されたわけです。石炭の燃焼に由来する硫黄酸化物によって引き起こされた有名な公害事件として、1952年にイギリスの首都ロンドンで生じたロンドンスモッグを指摘できます。20世紀半ばごろからロンドンでは度々スモッグが発生していましたが、このロンドンスモッグは、呼吸器疾患等による死者数も甚大なものとなりました。近年でも、寒冷地で暖房に石炭を利用していることに起因して、空気が黒くなるほどの大気汚染事例も観測されています。言い換えれば、石炭が主に使われていた時代には、いわゆる粒子としての炭素だけでなく、硫黄酸化物などの不純物や酸化物が大量に排出されていたわけです。二酸化硫黄が紫外線および水と反応すると、硫酸のミストのようになってしまいます。これは、大変刺激性が強く、人びとの健康をひどく害するものでした。

このような健康被害が相次いだことで、研究がすすみ、「不純物の燃焼が健康被害の原因だ」ということが解明されていきました。この間に燃料源が石炭から石油に変化しましたが、石油にも硫黄は含まれてい

ましたので硫黄酸化物が排出され、同様の健康被害が生じました。その一例が先述の四日市ぜんそくになります。ロンドンスモッグのように、硫黄酸化物を原因とする気管支ぜんそくが多発しました。そのため、硫黄をなるべく燃やさないために、化石燃料に含まないようにする方向に進みました。結果として、工場由来の大気汚染物質のなかでも、硫黄酸化物のように毒性が非常に強い大気汚染物質は減少しました。

工場に後処理施設などが造られたことにより、工場由来の大気汚染物質は減少したと言える一方で、増えていったのが自動車由来の大気汚染物質です。これは工場などの固定発生源に対して、「移動発生源」と呼ばれます。自動車はもちろん、バイクや船、飛行機などの移動手段に由来する大気汚染物質が問題になってきたわけです。減少した硫黄に代わり、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) を含む窒素酸化物 (NOx: 窒素と酸素が化合した物質の総称でノックスと呼ばれる) が健康に対する影響をきたすようになりました。また、最近認知されるようになった PM2.5 (2.5 $\mu$ m 以下の小さな粒子状物質) などの浮遊粒子状物質も、大気汚染性物質として問題視されるようになりました。

大気汚染物質として、近年の窒素酸化物や PM2.5 は、昔の硫黄酸化物ほどの強い毒性はありません。しかし、基礎疾患として、たとえば呼吸器、循環器系疾患やアレルギー等のある人は健康影響に気を付けなければいけないとされています。

東京都の石原慎太郎元都知事が 2003 年にディーゼル車規制を導入しましたが、当時のディーゼル車の排ガスには窒素酸化物や PM2.5 が含まれており問題視されました<sup>2)</sup>。その後、自動車メーカーも対応したことにより、自動車由来の粒子状物質は重量としては減ってきたと言えます。た

だ、重量は減ったとはいえ、粒径が非常に小さい粒子が代わりに排出されている場合もあります。たとえば、昔は排気口から真っ黒な煙を排出するトラックがよく走っていました。今は同じディーゼル車であったとしても、真っ黒な煙を排出することはほとんどなく、代わりに白い煙を排出しているのを見ることが多いと思います。あれは、潤滑油や不燃の燃料、ディーゼルエンジンの燃料である軽油などに由来する成分等を含み、かなり粒子が小さいものになります。ですので、自動車由来の排ガスと一言でいっても、その粒子の大きさや中身が変わっています。つまり、基本的に自動車に由来する化学物質は、恐らく重量としては減っています。ただ、ナノ粒子と呼ばれる小さい物質が増えているので、数としては必ずしも減ってない可能性があります。排ガスが広がる沿道で、小さいナノ粒子の数が、特に多いというデータも出ています。

## 大気汚染の広域化

**【御手洗】** 大気汚染物質の主な発生源や種類の変化の他に、今日の大気汚染の特徴はありますか。

**【高野】** もう一つ、「広域化」も特徴として指摘できます。要するに、日本国内だけでは対応できない問題として、大気汚染が発生しています。四日市ぜんそくの場合、大気汚染の被害は、四日市市を中心とする地域に限定されていました。工場が位置する周辺の汚染状況が一番ひどくて、遠く離れるほど徐々に落ち着いていたわけです。

最近では「越境汚染」と呼ばれる問題が出てきています。一番分かりやすい例は、黄砂といえます。日本国内でも当然、砂と

か土による土ぼこりが舞うわけですが、より大量の砂が大陸の砂漠から巻き上げられて、飛来するのが黄砂です。大きい粒子は巻き上げられた近くの場所で落ちる訳ですが、小さい粒子は落ちずに遠くまで飛んでいくことになります。日本まで飛んでくるのはだいたい  $4\mu\text{m}$  から  $8\mu\text{m}$  ぐらい小さなものが多いと言われています。PM2.5に含まれるほど小さいものもありますが、いわゆる PM10 ( $10\mu\text{m}$  以下の小さな微小粒子物質) ぐらいの大きさの粒子物質が飛来して、落ちてきます。黄砂と同様に、ユーラシア大陸から燃焼由来物質も運ばれてきますので、特に日本の西側は越境する大気汚染物質が多くなることになります。越境汚染の場合、遠くの地域で燃焼した物質が変化しながら飛んでくるわけですから、たとえば石炭の燃焼が多い地域から飛来する物質には、先述の硫黄酸化物が多く含まれることになります。さきほど炭素の燃焼の話をしました。炭素が完全燃焼したら二酸化炭素が発生します。しかし不完全燃焼すると、ベンゼン環を複数持つ多環芳香族炭化水素 (PAH) を含むことになります。多環芳香族炭化水素やその酸化物の多くは毒性を持ち、発がん性やアレルギーの悪化、内分泌かく乱作用などの健康に対する影響が懸念されます。つまり、国内で発生する大気汚染物質の他に、遠くから飛んでくる PM2.5 や他の物質も問題になっていると言えます。

最後に、光化学オキシダントの代表である対流圏オゾン ( $\text{O}_3$ )<sup>3)</sup> がなかなか減らず、環境基準を超えていることも問題として指摘できます。大気汚染物質である窒素酸化物と空気中の酸素が太陽からの紫外線を受けて光化学反応することでオゾンが発生するのですが、この光化学オキシダントからできるスモッグを光化学スモッグといいま

す。高濃度の光化学オキシダントは人間や植物の健康に影響を与えます。日射量とともに、気温の上昇によりオゾンの生成量が増えることが明らかになっています。つまり、オゾンは地球温暖化とともに、その生成量が増えてく可能性があるので、オゾン自体と、オゾンと反応する大気汚染物質に注視していかないとはいけません。環境問題である温暖化によって大気汚染の質が変化する可能性があるということは、先述の大気汚染の広域化と同様、日本国内、あるいは一つの地域だけの問題としてではなく、グローバルな視点を持って大気汚染を考えないといけない時代になっていることを表している代表例と言えるでしょう。

## 環境汚染物質への人体への影響

**【御手洗】** さまざまな大気汚染物質の人体に対する影響は、どのような分析手法によって検討されていますか？

**【高野】** 分析手法は、大きく分けて二つあります。一つが疫学であり、もう一つは私が専門としている毒性学になります。

まず、疫学というのは主に統計学的アプローチをとります。たとえば PM2.5 の濃度を横軸に取り、健康影響を縦軸に取ります。PM2.5 の濃度が増えた時にぜんそくの発症率がどう変化するかとか、呼吸疾患による死亡者数がどう変化するかという、相関関係を見る方法です。この方法は、「これ以上の濃度になると危険だ」という基準策定にも使われます。

ただ、PM2.5 の濃度が増えたときに、ぜんそくが増えるという相関関係が指摘できたとしても、その理由までは疫学だけでは分かりません。そこで、科学的根拠を与え

るのが毒性学であり、実験的アプローチになります。主にマウスとかラットなどの実験動物や人間の細胞を使用して、実験を行います。たとえば、PM2.5 をぜんそくのマウスに吸入して、本当にぜんそくが悪化するのか観察します。ぜんそくが悪化するならば、それにはどういう分子が作用しているのか、その分子は人間とマウスで共通しているのかを突き詰めていきます。人体の細胞を使用する場合には、どの部分の影響をみるかによって細胞種が変わります。つまり、肺に対する影響を分析する際には、肺由来の細胞を使用します。疫学的に起きていることが生物としての人間に起こり得ることだと検証することを私たちは生物学的妥当性の検証と言いますが、この作業により疫学から出されたデータに科学的根拠を与えます。

例外的に、アクシデンタルな事象に対するアプローチがとられることもあります。たとえば、農薬工場の事故などでダイオキシンに曝露した人を対象にダイオキシンが人体にどのような影響を与えるのか検証するものですが、この方法のように特定の化学物質と健康影響の因果関係が明らかになる事例はきわめて稀なものとなっています。

以上の疫学と毒性学による相補的なアプローチによって、「PM2.5 がぜんそくを悪化させるならば、PM2.5 は一定濃度に抑えなければならない。」というような規制や基準策定に動いていきます。

**【御手洗】** 先ほど、大気汚染物質は毒性の高いものから低いものへと質的に変化した話をお伺いしました。必ずしも強い毒性をもつわけではない、低濃度の化学物質に長期曝露することによって発生する健康問題も、この二つの分析方法で明らかになるのでしょうか？

**【高野】** 四日市ぜんそくの時代は、大気汚染物質の健康影響が明らかに出ている患者さんを調べていました。ここで問題になるのは化学物質の「毒性影響」とも言えるようなものです。

しかし、今は大気汚染物質以外の原因によって病気になっている人が多いです<sup>4)</sup>。大気汚染物質を含む多くの化学物質は、ある病気をより悪くしていると考えてもらった方が良いでしょう。現在環境中に多く存在するような化学物質には、細胞死とか細胞障害性のあるような、毒性が強いものはあまりありません。ただし、長期にわたって曝露されるとか、長く環境中や生物中に残存する物質も多く、それらが細胞のなかの様々な情報伝達を攪乱していることも指摘されています。環境ホルモンに代表される内分泌攪乱作用をもつ物質は、すでに何十年も前からその健康影響が指摘されていますが、これらは内分泌系の情報伝達をかく乱する物質といえるわけですが、これは「生体内の情報伝達・シグナルの攪乱」は、なにも、内分泌系に限ったことではありません。たとえば、化学物質が免疫系の情報伝達・シグナルを攪乱したらアレルギーが増えることに結び付きうるわけですし、神経系を攪乱したら行動異常が増えることに結び付きえます。こういった「生体内の情報伝達・シグナルの攪乱」の影響が今の化学物質の問題として特に大きいのではないかと、私は考えています。ただし、この問題を集団としての人間のなかで、科学的に証明しようとするのはなかなか難しいです。なぜなら大気汚染物質、化学物質以外の他の要素があまりにも多すぎるからです。加えて、環境中に存在する化学物質の種類だけでも膨大な数に上ります。たとえば人間から血液を取って化学物質の濃度を測ることは可能ですが、病気との因果



関係の証明にはすぐに結びつけることはできません。また、寿命が動物に比べて長い人間の場合、継代的な影響を観察することも困難ですので、何十年、何百年後にどのような影響がでてくるかも含め、未知数といえることが多いのが現実です。

さらに、この化学物質の人体への影響には個人差があります。私はこれまで、ありふれた化学物質が糖尿病や脂肪肝などの生活習慣病や、アレルギーを、より悪くするという研究をしてきました。言い換えれば、今やどこにでも存在するようになっている化学物質が、多くの人が患っている病気をより悪くするかどうかを調べているわけですが、同じ濃度の化学物質に曝露したとしても、健康に対する影響が出てくる人もいれば、全く問題がない人もいます。たとえば、薬を服用した時に、その薬を代謝する酵素がありますが、代謝されるのが早いほど薬は効きにくくなります。この酵素の個人差は100倍～1,000倍ほどあることもあります。化学物質の健康に対する影響でも同じことが言えます。つまり、化学物質にたいして感受性の強い人たちは、より強く影響を受けることになります。

ただし、環境基準値はあくまでも集団としての人間を対象として決定されますので、この個人差を考慮した基準ではありません。したがって、環境基準値内であったとしても、当然影響を受ける人がいるということになります。そうした健康への影響を受けやすい、感受性の強い人たちを対象とした研究も多く存在します。ただし、必ずしも数として多くはありませんので、環境基準値に反映されるとはかぎりません。一般に環境基準値は、サンプル数(N数)が多いデータをもとにして決められることになります。

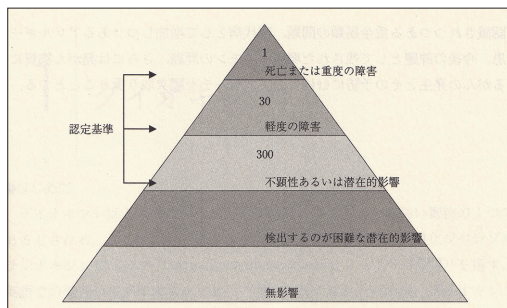


図1. 有害化学物質による影響の分布  
(ハインリッヒの法則)

検出するのが困難な潜在的影響については認定基準に含まれないが、影響がない訳ではない。  
出典: 森田昌敏・高野裕久『環境学入門 8 環境と健康』岩波書店、2005年、13頁。

**【御手洗】** 化学物質にたいして感受性の強い人たちは、基準を策定するときには取りこぼされてしまうということですね。

**【高野】** そういうことになります。例えば、室内中のホルムアルデヒドのような環境化学物質の指針値が厚労省によって決められています。それより低い値でも健康不調を訴える人はいます。ですので、便利なもの、あるいは経済的にいいものが必ずしも、「すべての人」の健康に、いいのかわかからないのだと、警鐘を鳴らす必要があると思います。

私の研究はあくまでも動物実験ですので、これから疫学的に人間にも当てはまるか検証されていく必要があるわけですが、実際動物に対する健康影響が観察されている事例は少なからずあります。たとえば、最近では、マウスに脂質の多い食事を取らせ、ある種のペットボトルに入っているとされるような量のマイクロプラスチックを含む水を飲ませると、脂肪肝がより悪くなったという研究結果もあります。つまり、事象として動物では起こり得ることだと言えるわけです。

**【御手洗】** 大気汚染物質の直接的な人間への影響以外に、わたしたちの食事を通じた健康に対する影響はあるのでしょうか。たとえば、食物連鎖によって化学物質が生物濃縮する現象は、大気汚染物質でも起こりうる現象なのでしょうか。

**【高野】** 大気汚染物質は種類にもよりますが、分解されるものが多いです。たとえばオゾンは酸素に戻りますし、二酸化硫黄も、硫酸に変わったあと分解されますので、滞留時間は比較的短いです。多環芳香族炭化水素のように滞留時間が比較的長いものもありますが、他のいくつかの化学物質に比較すると長くはありません。食物連鎖による影響がより強く出てくるのは、いわゆる残留性有機汚染物質 (POPs) と呼ばれる化学物質になります。大気汚染物質の影響は、基本的に呼吸器や循環器に対するものがメインであると考えていただいたら良いかと思います。

**【御手洗】** 「体内に蓄積する」と言っても、大気汚染物質は残留性有機汚染物質とは異なる作用をするというイメージでしょうか。

**【高野】** ガス状の物質は、基本的に、体内に入ってもまた出ていきますが、粒子状物質は沈着して、肺やリンパ節にちょっとずつたまっていきます。たばこを吸った人の肺が真っ黒くなっているのを想像していただいたらわかりやすいかと思いますが、大気汚染物質も一緒に、沈着した粒子の少なくとも一部は体内に残ります。PM2.5 によく含まれる多環芳香族炭化水素の一部には発がん物質もありますので、粒子が呼吸器内に蓄積すると、がん疾患に関与してくる可能性があると考えられます。

**【御手洗】** 粒子状物質についてお伺いしたいのですが、PM2.5 と一言にいても、粒子の大きさだけで定義されているので、かなり多種多様かと思います。天気予報にも表示がでてくるほど身近な情報になっている一方で、あまりにも大きいくくりで、どう理解したらよいのか分かりません。

**【高野】** そう、本当に多種多様な物質が含まれています。もともとは元素状炭素が核となり、そこに燃焼由来のものとか、自然由来のものとか、色々なものがくっついていて想像していただくとイメージしやすいかと思います。たとえば黄砂の場合、シリカやカルシウム等、土のなかに含まれている物質以外にも、細菌やカビの成分も含まれています。燃焼由来物質だと、先述の多環芳香族炭化水素以外にも、硫酸イオン、硝酸イオン、水溶性の化学物質、脂溶性の化学物質、それから粒子など様々なものが混ざっています。つまり、発生源によって含まれる物質が異なることになります。

したがって、観測する場所によって PM2.5 の組成も違えば、その人体に対する影響も違うということになります。実際に色々な地域から PM2.5 を採取して、気管や肺の細胞を利用して実験を行ったことがあります。含まれているものが違いますので、健康への影響も異なる結果がでました。量や組成の相関関係を分析する実験を重ねて、どの物質がどのような影響を与えているのか絞っていくということになります。

## 経済性・利便性と安全性の 比重を考える

**【御手洗】** 必ずしも化学物質に関する専門的な知識を有しない人は、大気汚染物質と

日々の生活の中でどのように向き合っていけば良いのでしょうか。

**【高野】** 化学物質が怖い・怖くないかと聞かれると、化学物質は「怖い」と考えておられる方が多いのではないかと思います。一方で、どこにでも化学物質は存在しているということを知っている人は意外と多くありません。大学の講義で「皆さんが普段食べている食品のラベルを見てみてください」という話をよくします。食品に含まれる化学物質に無頓着に生活していたとしても、多くの人は平気で過ごせています。これは、食品に含まれる化学物質の毒性が基本的に強いものではないからです。では、本当に化学物質が身体に対して全く影響がないのか、増やしても問題ないと考えて良いのでしょうか？化学物質が生活習慣病やアレルギーを悪くする可能性があることを考えれば、そういうわけにはいかないだろうと思います。

私は、「化学物質は健康に悪影響がある可能性があるから、なるべく使わないようにしましょう」という、ヨーロッパで用いられている「予防原則」の動きをより強めないといけないのではないかと考えています。これは科学的な根拠が十分に証明されない状況でも、可能性がある限り規制を先んじてとっていかうとする考えですが、これは経済性・利便性と安全性の綱引きになりますので、そのどちらを優先するのかを考えなければなりません。予防原則の導入は、経済性・利便性の向上を目指す際に起こりうる「副作用」まで考慮する考え方です。たとえば、火力発電による大気汚染の問題はもちろんですが、二酸化炭素を減らすために推進される風力発電が、低周波音による健康影響を起こすことがあることも分かっています。あるいは、水力

発電のためにダムを建造したら、たしかに生活は便利なものとなりましたが、下流の生態系が変わってしまいました。というような事例もあります。これらのように、温暖化対策の中でさえ経済性・利便性を求めたときには必ず、その跳ね返りが生物に來ます。生物に対する影響は巡り巡って最終的には、人間に來ることになります。こうしたことも視野に入れて化学物質の規制のあり方を考えていくことが重要と考えているわけです。

**【御手洗】** 予防原則も含め、化学物質との向き合い方について、どのような議論のあり方が求められているのでしょうか。

**【高野】** 学会では予防原則に関する報告などがなされ、情報の共有が行われますが、そこから先の規制に関与していくのは難しいのが現状です。たとえば、研究者が省庁の委員会等で発言することはありますが、そこから先の決定は政策の範囲になりますので、研究者の領分ではありません。研究者として行動はしているけれども、政策決定に必ずしもつながるとは限りません。

化学物質に関する情報発信は基本的に個人や学会、論文等を通して公表していますが、大手メディアに取り上げられることはあまりありませんので、なかなか周知されにくいという状況もあるかもしれません。たとえば、マイクロプラスチックが糖尿病を悪くするという動物実験の研究成果を発表したところ、大手メディアから取材を受けることになりました。しかし、最終的には記事やニュースにはなりません。化学物質の中には特定の企業と結びつくものもありますし、マスメディアとの関係も複雑といえるのかもしれませんが。法的な規制がない状況では、特定の化学物質の使用

をやめるよう主張することもなかなか難しいという実情もあります。ただ、数として多くはなくとも、健康に影響が出る人もいるということを研究者はもちろん発信していかなければなりません。

一方で、豊洲の地下水汚染や福島第一原子力発電所の ALPS 処理水のように、マスメディアの発信が科学 (サイエンス) を重視していないと感じるケースもあります。話題性が優先される結果、一つのリスクに議論が集中しがちです。何か一つが問題視されると、リスクはそれだけだと思いがちですが、全体を把握していく必要があります。他にリスクはないのか、広い視野で捉えていく必要があるわけです。たとえば、新型コロナウイルス感染症の流行のときでも、本当に厳格な行動制限が有効だったのか、事後の検証が十分になされていません。行動制限が感染拡大以外のリスク、たとえば糖尿病の悪化や自殺率の上昇などにどのような影響を及ぼしていたのか、全体を俯瞰して検証する必要があるのではないのでしょうか。

それは大気汚染も同じです。大気汚染物質のように、マジョリティにたいして健康被害がでていないとしても、やはり化学物質によって健康に影響を受けている人はたしかにいますので、こうしたマイノリティに対する視線も、もちろん必要です。だから、一見矛盾しているように見えるかもしれませんが、全体としてどのようなリスクがあるのかマジョリティに対して広い視野で見ながら、同時に、影響を受けやすいマイノリティの人たちも、きちんと注視していかなければなりません。この二つの目線で見えないといけないということを、いつも意識することが重要と考えています。

## リスクの中に生きる

**【御手洗】** 私たち市民は、化学物質を世界的にゼロにすることが難しい以上、大気汚染から逃れる方法がないなかで暮らすしかない、ということですね。

**【高野】** そうです。その中で、先ほどから述べているように、感受性の高い人の場合はより強く影響が出てくることになります。昔、大学病院でアレルギーの外来を担当していたこともあるのですが、おじいちゃんが生産する無農薬の野菜しか食べられないお子さんを診察したことがあります。少しでも農薬を使った市販の野菜食べると、熱や発疹が出てしまうのです。

こういう患者さんを見ていると基本的に化学物質は使用しない方が良い。しかし一方で、それを一切なくすことは本当にできるのか、という問題があるわけです。私たちが、大気汚染から逃れる方法は現状ありません。しかし、私たちはリスクの下で暮らしている中で、そのリスクを「許容範囲」の中に抑える選択はできます。たとえば、車を運転すれば当然、交通事故や大気汚染のリスクがあるわけです。ですが、そのリスクがあるとわかっていて車を製造して、車に乗るという選択をしているのが現代社会と言えます。リスクを減らすテクノロジーをめざすことはもちろんですが、この経済性・利便性と安全性の比重をどうするかは、専門家である研究者だけではなく、最終的には社会全体で決めなければいけない問題なのです。

## 環境学と政治

**【御手洗】** 今日の環境問題は地球全体の問

題で、本当は大気汚染にも国境は関係ありませんが、一方でその対応は国ごとですることになり、そうなると政治的な問題になる難しさがあります。

**【高野】** その通りです。私自身は実験的な研究をしていますので海外の研究者との共同研究をすることは少ないですが、疫学の中には海外の研究者と共同研究に従事している人もいます。日本は先進国として先に経験し、解決している環境問題が多いので、現在大きな問題を抱えているアジアやアフリカなどの国々の問題解決を意図し、日本の疫学者が海外に渡航して共同で研究することは多いです。ただし、こうした研究結果を踏まえて次の行動に移そうとなると、先ほど述べたように、研究者の領分ではなくなってしまいますので、研究者だけで全て解決することはできません。

私は、政治が環境と健康というテーマにたいしてもっと興味を持つ必要があるとも思っています。地球全体を見たらたしかに温暖化は非常に大きな問題ですが、化学物質の問題があまり重視されていないと、温暖化以外を研究している環境学研究者として感じる場合があります。たとえば研究関連の予算でも、温暖化と廃棄物関連の研究に比較すると、大気汚染や化学物質関連の研究予算は限定的な印象もあります。

**【御手洗】** 研究資金の話もでてきましたが、環境学、特に環境と健康に関する研究が置かれている状況をお聞きしてもよろしいでしょうか。

**【高野】** 今は、どこの分野でも、若手の研究者を育て、確保するのは大変だと思いますが、環境系は特に少ないのではないのでしょうか。たしかに温暖化のようなテーマ

だと研究資金もつきやすく、研究者も比較的多いのですが、化学物質や健康影響を研究する人は少ないのが実情かと思います。このテーマは分野横断的で、省庁でも環境省が担当するのか、それとも厚労省なのか、狭間にある等場合もあり得ます。

空気清浄に関心のある企業と組んで共同研究することもあります。基本的には額の大きい研究資金は公的資金になります。私が国立環境研究所に所属していたときは、所内の競争的資金を獲得して業績を積み上げてから、文部科学省等の科学研究費（競争的資金）を獲得して研究を進めてきました。ただ、たしかに研究資金も問題ですが、より大きな問題は、研究者が少ないことです。

**【御手洗】** 環境問題が深刻化しているなかで環境学を学びたい人は少なくないとは思いますが、分野横断的なテーマなので、どこで学ぶかというところが難しいですね。先生ご自身も医学部を卒業された後、臨床医として病院勤務を経て、環境学の研究を初めるという研究者としては異色のキャリアを積んでおられます。

**【高野】** 環境学を学ぶなかで、環境と健康を学びたい学生は、理工系と医学・生物系を横断することになりますが、現状の制度の場合どちらかを選ぶことになります。環境学を志す学生には理工系が多いのですが、同時に医学・生物系に興味を持つ人はそんなに多くありません。医学・生物系の方も競争が激しくて、流行りの分野を選ぶ学生が多くなりがちなのではないでしょうか。環境と健康というテーマは、社会にとって重要ではありますが、インパクトファクターも上がりやすく、競争的研究資金も取りにくい分野なので学生は選択したけらな

いのかもかもしれません。

ただ実は、最近では環境学のインパクトファクターは昔に比べてかなり上がっています。おそらく環境問題が顕在化している中国等で研究が進んでいるからと考えられます。中国を中心に論文数も増えています。それにたいして日本は若手研究者が育っていないので、より将来の研究の進展が心配になります。

**【御手洗】** 環境と健康を主題とする環境学の分析手法から将来に至るまで、本日はたくさんのお伺いしました。それにより、化学物質と健康影響の因果関係を科学的に証明することの困難さや、様々な可能性を吟味しながらリスクを許容範囲のなかに抑えていく必要性が明らかになりました。リスク社会を生きていく上で、経済性・利便性と安全性の比重を、私たち社会に生きる市民一人ひとりが、議論を重ねながら考えなければなりません。その際に、二つの目線が必要であるという高野先生のご指摘は大変重要です。最後になりましたが、本日はご多忙のなか取材に対応していただき、本当にありがとうございました。

度規定され、それに環境要因が加わることにより、病気の発症や悪化が起きると考えられる（高野裕久「環境汚染とアレルギー—最近の話題」『京都府立医科大学雑誌』119 巻、12 号、2010 年、867-876 頁）。

#### 参考文献

森田昌敏・高野裕久『環境学入門 8 環境と健康』岩波書店、2005 年。

---

#### 注

- 1) 詳しくは WHO の HP を参照 (<https://www.who.int/health-topics/air-pollution>)。
- 2) 東京都のディーゼル車規制の内容については、東京都環境局の HP を参照のこと。  
([https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/vehicle/air\\_pollution/diesel/regulation/detail.html](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/vehicle/air_pollution/diesel/regulation/detail.html))。
- 3) 同じオゾンでも、成層圏にあるオゾン層は遺伝子毒性の強い紫外線を吸収し、皮膚がんから人類を守る働きをする。このように、成層圏オゾンと対流圏オゾンで、人の健康に対する意味合いは、まったく異なるものとなる。
- 4) 病気の発現や悪化と関連する二大要因として、遺伝的要因と環境要因が指摘される。ある病気に対するかかりやすさは、遺伝子によってある程

総論 化学物質との向き合い方を考える

## 有機フッ素化合物（PFAS）の影響と向き合うために

原田 浩二

京都大学大学院医学研究科准教授

聞き手：岩男 望（京都大学大学院農学研究科博士後期課程）



環境汚染、そして人体への悪影響が懸念されている有機フッ素化合物（以下PFAS、ピーファス）。PFASとはいったいどのような物質なのだろうか。PFASを含むさまざまな化学物質についてご研究され、PFAS汚染が指摘される地域での住民調査にも協力されている京都大学大学院医学研究科の原田浩二先生にお話をうかがった。

### PFAS とは

**【岩男】** PFASについて、基本的なことから教えていただけますでしょうか。化学的にどのような物質なのでしょう。

**【原田】** PFASというのは、「有機フッ素化合物」と呼ばれる、いくつかの物質のグループを指します。「フッ素」と聞くと、歯磨き粉や歯科治療で使うものをイメージされるかと思うのですが、あれは無機のフッ素であって、PFASではありません。有機物というのは、炭素と水素、窒素、酸素などがつながってできている物質で、そのうち、フッ素ともつながっているものが有機フッ素化合物と呼ばれます。その中で、さらにフッ素がたくさん付いているものをPFASと呼んでいます。PFASは、おおよそ4700種類以上あると言われています。

最近、危険性が指摘されているのは、PFASのうち2つの物質で、PFOS（ピーフォス）と呼ばれるものとPFOA（ピーフォア）と呼ばれるものです。この2つは化学的な構造が似ており、その影響についても似ているものが多いと言われています。

### どこで・どのように使われているか

**【岩男】** PFOSやPFOAは、どのような場面で使用されるものなのでしょうか。

**【原田】** PFASには特徴がいくつかあります。まず1つには、壊れにくいことです。普通、熱や光にさらされると、物質はだんだん壊れていくのですが、PFASの共通した性質として、他の有機物と比較して強く壊れにくいです。私たちの身の回りでいろんなものを使う場合に、長持ちするという性質はよいことですから、いろんな場所で使われることになります。また、PFASは、分子が集まると水や油、汚れをはじく機能が出てきます。そのため、PFOSは、撥水加工のコーティング、例えば服やレインコートなどの衣料品や靴などに使われました。また、一部の食品包装、例えばファストフードなど、油を多く含むものの包装としても過去使われてきました。また、

PFOS は、身の回り以外のものでは、半導体の製造やメッキ加工など様々な場面で使われています。また、泡消火剤にも使われています。泡消火剤は、家庭用の消火器とは異なり、空港、基地、石油コンビナートなど、燃料による火災が起きる可能性のある場所で配備されるものです。比較的身近なところでは、立体駐車場で配備されています。

また、PFOA については、フッ素樹脂の製造のときの添加剤として使われてきました。フッ素樹脂というのは、商品名で言うとテフロンやゴアテックスなどです。製造する段階で使われるもので、最終製品にはあまり含まれないものですが、こういった使われ方もあります。

## PFAS をめぐる規制の状況

**【岩男】** PFAS は現在もそのような製品に使われているのでしょうか。

**【原田】** 今は、新しい製品には PFOS、PFOA は原則使われていないと考えられます。歴史的にみますと、PFAS の中で、PFOS や PFOA は、1940 年代からアメリカの 3M 社という大手の化学メーカーが作り始めました。その後、3M 社は、PFOS や PFOA の安全性について、少しずつ自分たちで動物実験などを行い、1960 年代から 70 年代にかけて、無害な物質ではないだろうということを認識し始めていました。1990 年代頃になると、壊れにくいという性質から、環境汚染の可能性があることも認識され始めました。そして、2000 年になり、3M 社は自主的に、PFOS と PFOA の 2 つの物質については 2002 年までに製造をやめることを発表しました。も

ちろん他の化学メーカーもあるので、生産はしばらく続きましたが、自主規制もあり、また、アメリカの環境保護庁も化学メーカーに対して排出しないようにと協力を求めていきました。そういった過程で、まず PFOS については 2009 年に残留性有機汚染物質に関する条約、いわゆるストックホルム条約と呼ばれるもので、製造と輸入について規制されました。また、PFOA については、ストックホルム条約による規制としては 2019 年になりましたが、大手の化学メーカーは、およそ 2012 年までに自主的に切り替えを行いました。

**【岩男】** 他の国でも規制の動きはあったのでしょうか。また、具体的な規制の内容はどのようなものなのでしょうか。

**【原田】** 規制の取り組みが多かったのは米国と欧州です。水道水の目標なども比較的早期から提案しています。早期からといっても、2000 年ごろの問題から経って、だいたい 2010 年を超えた頃からになります。

また、新規製造が規制されても、その後、環境中に残っているものが検出されることになります。そのなかで水道水、飲み水についての目標値として守るべき数値というのが、いくつか提案されてきました。そのなかで、アメリカの環境保護庁の目標値は比較的厳しく設定されてきた経緯があります。2009 年に最初に出された目標値は、水 1 リットル当たり PFOS は 200 ナノグラム、PFOA は 400 ナノグラム。ナノグラムというのは 10 億分の 1 グラムです。それは当面の暫定的な目標値として出しました。その後 2016 年になって、PFOS と PFOA 両方を合計して 1 リットル当たり 70 ナノグラムへと目標値が改められました。また、他の国、例えばドイツやカナ



ダでの数値はやや高く、1リットルあたり100ナノグラムを超えたりしている状況でしたが、最近はまだより厳しくしようという流れがあります。

ただし、これらは目標値で、「なるべく満たしたほうが良い」とされるものです。そこから、守らないといけない法律的な義務としての基準が、今、各国で進められています。

EUでは、加盟国に対する新水道水指令が今年1月から始まり、基準が1リットル当たり100ナノグラムとされています。これは加盟国全体に対する共通の最低限のラインです。ただ、これはPFOSとPFOAだけではなくPFASのうち20の物質の合計として提案されています。その他、比較的厳しい目標値を設定していたのはデンマークで、1リットル当たり2ナノグラム、これを目標と設定しています。このように国によって厳しい数字が設定されています。また、アメリカでは、今年3月に基準値としての提案があり、12月に最終決定する予定ですが、1リットル当たりPFOS、PFOA、それぞれ4ナノグラムという数値が示されています。ですので、最初の頃の目標から厳しくなり、さらにそれが基準としても設定される流れがあります。

**【岩男】** 目標値や基準値が厳しくなってきたのは、危険性が次第に明らかになってきたということでしょうか？

**【原田】** そうですね。基準を設定するときに、最初は動物実験の結果を使って、そこから人間に当てはめるときに安全だろうと考えられるところが目標値にされてきました。2010年代の半ばぐらいまでは、だいたい100ナノグラム前後ぐらいでなんとか安全ではないだろうかと思われていました。そ

の後、PFASの問題が着目され始めると、人での健康調査も世界各国で行われるようになりました。人での健康調査だと、動物実験での摂取量よりももっと少ない量でも影響が出るのではないかという研究結果が数多く出てきました。そういった結果を基に、改めて、水道水の基準や目標値を設定されてきました。そのなかで、先ほどお話したような米国での最新の基準値などが決められてきているという経緯があります。

**【岩男】** 日本の規制の状況はどうでしょうか。

**【原田】** 日本は、まだ基準値ではなくて目標値です。これは2020年に厚生労働省によって定められていて、1リットル当たり50ナノグラムです。これは動物実験での結果に基づいている値です。今はまだ暫定目標値なので、さらに今後どうしていくのかということについては、厚生労働省の検討会で議論されているところです。

## 具体的な健康リスク

**【岩男】** PFOAやPFOSによる健康リスクとして、具体的にどういったことが指摘されているのでしょうか。

**【原田】** 動物実験で、まず、PFOSやPFOAという物質は特に脂質の代謝に影響を及ぼすだろうということが分かってきました。そして、それとの関連かどうかはまだ結論はついていないですが、生まれてくる動物の子どもの発育が遅れることも分かりました。また、免疫の機能に対する影響も見られました。そして、動物において、いくつかのがん、腫瘍を引き起こすことも分かっています。こういったことは、だいたい

2010 年ぐらいまでにはかなり確認されてきました。

続いて、そのような影響は人間でも起こるのか、そして人間の場合、どれくらいの摂取量で起こるのか、ということが、次の調査の重要な課題になりました。人での健康調査も数多くされており、そのうちの 1 つ、有名なものが、アメリカのウェストバージニア州とオハイオ州で行われた C8 ヘルスプロジェクトです。このはじめは、まず地域の住民が、大手の化学メーカーのデュポン社を訴えたものです。デュポン社が水を汚染して、その地域の住民に被害を与えたということで訴訟が起きました。和解したときに、水などの浄化対策の費用を負担することに加えて、地域の健康調査も約束させました。そして独立した研究者が健康調査を行ったのが、この C8 ヘルスプロジェクトです。その研究結果のなかでは、6 つの病気について関連がありそうだということが報告されました。まず、脂質異常症、コレステロールが上がるということです。そして 2 つ目が甲状腺の病気、甲状腺というのは喉のところにある小さな組織で、ホルモンを分泌する組織です。3 つ目が妊娠高血圧症候群で、妊婦さんが妊娠中に血圧が上がる。これは普通の高血圧と違って、非常に危険な病気です。4 つ目が潰瘍性大腸炎。そして腎臓がんと男性の精巣がんです。これらの 6 つの病気との関連が認められました。

ここで重要なのは、その調査は、PFAS の摂取量が多い人たちと少ない人たちを数千人規模で比較するものだということです。そのなかで、摂取量が高い人において、どれだけ病気が起こっているかということと比較するので、調査対象の 1 人ひとりが「PFAS を摂取してこの病気になった」という意味ではなくて、「その病気になる確

率が比較して上がっていた」ということを示しているわけです。ですから、「PFAS だけによって確実にこの病気になった」ということを断定するものではありません。しかし、少なくともその確率を上げているだろうということはいえます。これは健康リスクがあるということですね。そういう点で、個人ごとの健康被害は確認されていないとは言われているのですが、健康リスクについては、少なくともこのように検討されてきました。

その後の研究でも、同じようにいくつかの病気については、再確認されています。やはり脂質異常症であるとか、甲状腺疾患、子どもの発育、それと腎臓がんについては再現も取られているというような状況です。あとは免疫機能です。特にワクチン接種後の抗体の量がやや低下するということがいわれています。今も多くの研究が進んでいますので、将来また別の病気についても関連が発見されるかもしれません。

**【岩男】** 摂取した PFAS は、体内で蓄積され、その後ずっと排出されないのでしょうか。

**【原田】** PFAS の中でも PFOS と PFOA は、比較的人体内に蓄積しやすいと言われてます。ただ、体の中から尿などに入って、わずかずつ体外へ排出されています。そのため、徐々にたまりつつ、また徐々に出ていくことになります。摂取する量を減らしたら、その分だけゆっくりですが、体内の量は下がっていくということが分かっています。

## どのような場所で 汚染の可能性があるのか

**【岩男】** どういった地域で汚染が生じているのでしょうか。

**【原田】** PFAS が使われている場所で汚染が生じることがあります。先ほどお話ししたような PFAS を使うような工場があれば、その地域で汚染が生じているかもしれません。また、泡消火剤を使うような場所、つまり空港とか基地の周辺でも地下水の汚染が起きている可能性があります。

ただし、それを人が摂取するかどうかというのは、その地域の水道がどのようになっているか、水源がどこにあるのかという点が大事なところですよ。川の上流から水を取ってくる場合もあれば、その地域の地下水を使う場合もあります。地下水の汚染があるからといって、必ず水道が汚染されるというものではなく、水源がどこで取られているかにも関わっています。

**【岩男】** PFAS を摂取する可能性があるのは、主に水道水からでしょうか。

**【原田】** PFOS や PFOA を使用している場所がある場合、土壌を汚染することもありますし、土壌から徐々に水に溶けながら地下に浸透して行って地下水に混じり、それがさらに周辺の水を汚染することもあります。ですから、PFAS 汚染が生じている場所では地下水の汚染が伴いますし、それを飲み水に使っていただければ、その地域で PFAS の摂取源となり得ます。

そして、実は水だけではなく、食べるものからも検出されます。これは、既に PFAS を数十年間使ってきたことで、PFAS が環境中に広がってしまっており、

食物の中にわずかずつ入っている場合がありますからです。そのため、水道水汚染がなくても、わたしたちは食物から一定程度 PFAS を毎日摂取しています。何の食物に多いのかというと、いくつか調査されていて、他の環境汚染物質とも似ているのですが、魚介類が比較的多いといわれています。ただ、魚介類は、たとえば肉類に比べれば健康に良いといわれているので、そういった点では、現在の健康リスクから見たら、魚介類を摂取しないことの方が、リスクが高いとも思われます。また、PFAS においては、土壌の濃度がかなり高いと、それが農作物のほうにも一部入っていくことがあるので、そういった点では影響が出てしまうということもあります。ただしこれは、濃度が非常に高い場合のことです。

それ以外の摂取経路としては、職業的に PFAS を含んだ製品を使っているような方というのは、部分的に摂取することはあると言われています。

**【岩男】** 土壌の調査も行われているのでしょうか。

**【原田】** 土壌については、今まで環境省等は自治体が調査するときの測定法を策定していませんでした。そういったものがないと、自治体は方法が決まっていなため調査をやらない、ということになります。今年 8 月になって環境省が自治体に対して、土壌の分析法を通知したので、これから調査する事例が出てくるかと思えます。

## 各地の住民を対象とした調査

**【岩男】** 大阪や沖縄、東京などで先生が実施されている、住民を対象とした調査につ

いてもお聞かせいただけますか。

**【原田】** 大阪府の摂津市にはフッ素樹脂の製造工場があります。フッ素樹脂製造工場では、PFOA を過去大量に使ってきた経緯があり、そのことによって周辺の地下水も汚染されています。水道水は地下水ではなく淀川から取っているのです、直接水道には入っていません。ただ、その地域において、たとえば農家さんなど地下水に触れる機会がある方々は、まだ地下水濃度が高いので、影響が出ている可能性があります。

また、沖縄では、非常に多くの米軍基地があり、そこで泡消火剤が使用されてきたと考えられます。そのなかで沖縄本島の北谷浄水場は、嘉手納基地の近くの取水源での PFOS 濃度が非常に高く、それが水道水の汚染につながっていました。

また、東京の多摩地区では、地下水を水道の水源にかなり使ってきました。特に多摩地区の東部周辺において、地下水から高い濃度の PFAS が検出されてきています。それが水道水に使われていたことで、地域の人たちに影響があったと考えられます。

## 住民の要望に応じて 実施される調査

**【岩男】** 調査はどのような経緯で実施されることになったのでしょうか。

**【原田】** 沖縄では、2016 年に、水道水の汚染が発表されました。その後、水道水の対策を進めていると行政は説明しますが、実際、住民にとってどんな影響があるのか、たとえば摂取してきたものの影響がなくなっているのかどうかについて知りたいという住民の要望がありました。ただ、行政

のほうでは、なかなか水道水の濃度を検査する以外にはできないということでした。そのなかで、なんとか自分たちで自らの体への影響を調べたいという要望がありました。そのときに京都大学の、私の所属する研究室で、その調査に協力しようということになりました。それが 2019 年で、その年に、最初は沖縄県の宜野湾市、普天間飛行場のあるところですが、そこの地域の方の血液を調べました。なぜ血液を調べるのかというと、体内に蓄積される PFAS の量を特に反映させるのが血液だといわれているからです。血液を調べれば、その個人の方がどれくらい PFAS を摂取してきたのかということが分かります。この調査では、宜野湾市の方と、水源が違う本島南部の南城市の方を同時期に調査しました。その結果、宜野湾市の方のほうで血液中濃度がだいたい 2 倍以上高い値を示していたということがわかり、そのなかでも特に水道水を使用されてきた方たちでは、それが目立っていました。汚染された水を使ってきたということの影響が、そのときに分かったわけです。その翌年、ようやく水道水の目標値ができました。

この調査は、沖縄県の宜野湾市だけの話ですが、他の地域、場所でも汚染の影響がどうなっているのかということになります。やはり汚染が懸念されている場所の地域の方々は不安ですから、今後の対策や問題について対応してほしいという要望がありました。ただ、それぞれの自治体としては、なかなか対応ができない。もちろん水道水は目標値が出来たということで、いろいろ対策はされてきたわけですが。

東京都の多摩地区においては、2019 年の途中から、汚染された地下水の使用は停止しました。それは沖縄の問題が明らかになったことで、東京都の水道局も同じ対応

を取ってきたわけです。ただ、それまでずっと水を使ってきた住民の方たちは、やはり、これまで飲んできた影響はどうかと調査の要望をしてきたわけです。調査がなかなか進まないというなかで、市民独自、住民独自の運動として、同じように血液中のPFASを調べるという取り組みにつながっています。それが去年の11月から今年の6月までの調査です。多摩地域のなかで、特に水道水が汚染された地域の方たちでは、血液中濃度は、他のところに比べて高い状況が明らかになっています。

このように、私から直接この地域を調査しよう、というようなことではなく、地域ごとに、市民からの調査の要望を受けて実施してきたという経緯があります。

実は今年に入っても各地で同じような汚染が分かっています。今年に入って愛知県の豊山町での調査も行いましたし、岐阜県の各務原市の調査も同じように行っているところです。

**【岩男】** 自治体に対応することが難しいというのは、どうしてでしょうか。

**【原田】** ひとつには、調査を行うときに何をどのようにすればいいのかという手引きや対応方針が、あまりはっきり決まっていないという状況があります。汚染が認められたときにどうするかというのは、環境省や厚生労働省などは、ある程度の手引きのようなものを出していますが、そのなかで、住民にとっての影響を直接評価するものは示されていません。水質調査については、2020年に暫定目標値として設定されてから、比較的検査を導入する自治体は増えています。実際に、少なくとも年に1回程度は行うところが多くなっています。そのなかで、いくつかの厚生労働省の取りまとめ

であるとか、水道協会等の取りまとめなどでは、1000箇所を超えるような検査結果も出ているので、検査は進んできているという状況はあります。

## 汚染の状況を知るためには

**【岩男】** 私たちが自分の居住地域の汚染状況を知りたいと思ったら、そのような検査の数値を確認することができるということでしょうか。

**【原田】** 毎年水質検査の計画を自治体が作らないといけないことになっていて、それは通常は公表されます。ただ、水道水の基準項目については絶対に結果を公表することが決まっていますが、このPFASについては、報告公表は義務ではないので、掲載されていない自治体もまだまだあります。ですが、仮に自治体のホームページに掲載されていなかったとしても、水道の担当の窓口にお問い合わせすれば、その結果を知ることができることは多いと思います。ですので、どこで汚染が生じているかは分からないとよく言われるのですが、少なくとも、飲んでいる水道水については、まずは自治体にお問い合わせことで知ることができます。そしてその場合、2020年に出た目標値である50ナノグラムは1つの比較の目安となりますから、それを十分下回っていれば、安心して使うことができるかと思います。

## 生活の中でできる対応策

**【岩男】** もし水質検査結果の数値が気になる場合に、私たち個人にできる対応策はあ

るのでしょうか。

**【原田】** もちろん今は 50 ナノグラムを下回れば大きな影響は出ないだろうといわれています。ただ、海外の動向としては、そういった濃度よりは低いほうが望ましいというようになってきています。ですので、50 ナノグラムを十分に下回っていればいいのですが、下回っているもののまだまだ検出されているという場合に、個人としてどのようなことができるかということになります。

直接飲む水、もしくは料理としてそのまま口にするような水について対策するとすれば、浄水器は 1 つの選択肢です。浄水器で一番よく使われている活性炭によって、一定程度 PFAS は除去できると言われています。ただ重要なのは、活性炭の効果というのは、一定量の水道水を通すとなくなるということです。ですので、交換をきちんと定期的に行うことが重要です。一方で、非常に高価な、何万円もするような浄水器もよくありますが、そういったものは必ずしも必要ではありません。通常の活性炭の浄水器でも、それをちゃんと定期的に交換することで効果は発揮できます。ほかにも、たとえばペットボトルの水や、スーパー等で供給されている水なども部分的に使うということも選択肢としてあるかもしれません。

また、顔を洗うとか、お風呂に入る、洗濯といった生活で使う水で、口に直接入らないものに関しては、PFAS は皮膚等からはあまり入らないと言われています。

## 正しく理解し、声を上げて 関心を示すこと

**【岩男】** PFAS についての情報発信については、人々に不安を与える側面があり難し

いところもあるかと思います。何か心掛けていらっしゃることはありますか。

**【原田】** 大事なことは、「じゃあ今後どういうふうはこの汚染と付き合っていくのか」ということですね。血液を分析して、高い濃度だと分かる方もいらっしゃるわけです。ただ、長期的に蓄積して、そのなかで健康リスクが生じる物質ですので、同じく長期的に見て、しっかり摂取量を減らして、体内からも減らしていくことを目指していく。そうすることによって将来的なリスクを防止、低減することができる、ということをお話ししています。現在汚染が生じて、それが摂取につながっているという地域であれば、1 年、2 年、血液中濃度を下げするためにはもっと長い期間が必要なのですが、しっかり対策すれば効果が出ますと伝えていきます。

まずはこういった状況に対してしっかり目を向けて、声を上げること、それは各自治体、行政に対してもそうですし、それを伝えてくれる地域の政治家に対しても、しっかり自分たちの関心として伝えることが重要なことになるかと思っています。実際に、問題が起きているところでは、地方の議会において、問題への対応に対しての意見書や決議等が出されている流れもあります。やはり生活している住民として関心が高い問題ですから、そういったことについて声を上げて、重要な問題であるということをしかり行政に、政治も含めて示していくことが重要だと思っています。

それと、そもそものところ、環境の調査、汚染状況が分かっていると、問題があるかどうかさえ分かりません。もともと PFAS の問題というのは、2000 年に突如降ってきたものでした。その後も、全国的な調査があるわけではないですし、PFOS

やPFOAが新しく製造されなくなったことであたかも問題がもうなくなったかのように捉えられることもあります。そんなことは実際のところはありません。

これだけPFASを、PFOS、PFOAだけでも50年以上使われてきたなかで、どれだけ環境に影響したかは把握しきれいていません。調査とその結果が市民に対してしっかり共有されているのかという点についても十分ではないですし、そもそも検査されてもいない状況があると思います。そのなかで、住民の不安と疑問に応えるかたちで私は調査協力してきたわけですが、やはりそういった検査が自治体でもできるように、市町村レベルでは難しいと思いますが、都道府県等でしっかりモニタリングできる体制が必要だろうと思います。

## 今後必要になること

**【岩男】** そういった自治体レベルでの体制づくりで、今後必要になってくることはどのようなことでしょうか。

**【原田】** まずは予算ですが、どこも最近是非常に予算が厳しいというのは言われています。一方で、各地の問題が出てきて、水道水に関しては少なくとも目標値が設定されていることから、民間の検査機関もかなり充実してきたのではないかと考えています。そのなかで、必ずしも行政そのものが研究所として行う必要はないのかもしれませんが、PFASについて、検査数が大きく増えれば、民間の検査も値下がりすると思いますが、そこまではなかなか、もう一歩必要でしょうね。

各地域において積極的に攻めの調査がされているのかどうかという姿勢も、これ

から大事かと思います。PFASというのは人工の物質で、使う場所もある程度把握されています。そういった発生源になりそうな場所をしっかりと把握できているかどうかは今後重要になってきます。それは行政だけだと難しいところもあるので、やはりPFASを使用するような業界が、しっかりと行政とも協力しながら問題に対応していくということが重要だと思います。

また、現在PFOS、PFOAは新規の製造はありませんが、今までPFOS、PFOAを使っていたところは結局、別のPFASに切り替えているというところも多いです。今、PFASが世界的にも懸念を示されていて、欧州とか米国の一部の州では、PFAS全般を規制するという動きも出てきています。その中で、他に置き換えがきかないというものもあるかと思うのですが、不必要なPFASの使用は、今後は避けるべきではないかと思います。一部の企業においては、PFASフリーに取り組んでいるところもあります。先ほどファストフードの包装紙がPFASを使っていたということもお話ししましたが、そのなかでもマクドナルドやバーガーキング等では、2025年までにPFASフリーの素材に切り替えるとしています。また、製品の製造工程でのPFASの使用については、たとえばアップルでは将来的な見通しとしてPFASフリーを表明しています。

**【岩男】** 日常生活で、どの企業のものを使うかといった選択をするときにも消費者としてできることがあるかもしれませんね。

**【原田】** 個人レベルで、どこにPFASがあるのかはまず見えないですから、それはなかなか難しいところかとは思いますが。ただ、消費者としては、普段使っているものに

PFAS が含まれているのかどうかに関心を持っていただくのがよいと思います。PFAS の使用状況が消費者の関心であると企業側にも伝わることは、重要なことだと思っています。

現在も製造されている、PFOS、PFOA 以外の PFAS については、問題があるかどうかは分からない状況で、報道等で取り上げられにくいという状況もあります。そういったなかでも、少なくともどういったものに PFAS が使用されているのかに関心を持っていく必要がありますし、消費者団体等は身の回りの PFAS について、市民、生活者に伝えていく必要はあるのではないかと思います。その点で見ると、米国などで消費者団体自体が製品の PFAS 調査を非常に活発に行っていることは注目できます。

## 研究として PFAS の影響に 向き合うこと

**【岩男】** 研究として取り組む際の難しさや、研究者として今必要な支援などはありますかでしょうか。

**【原田】** PFAS の問題が大きく社会に出てきたのが 2000 年で、今 23 年経っています。私は 2002 年からこの PFAS 研究には関わっていて、20 年経ったわけですが、ようやく国内において PFAS が注目されて、そのなかで目標値といったものが出来てきたというのは、ひとつの研究成果にはなっているとは思いますが。しかし、ここまでの期間、非常に長かったとは思いますが。問題が発覚しても、対策などの取り組みが始まるまでにこれだけかかるということの、環境問題そのものの難しさを感じています。

また、2000 年代は研究も多かったです

が、2010 年以降になると、もちろん研究自体は続けられているところもありますが、一時期の盛り上がり比べてちょっと少なくなった時期はあります。しかし、こうやって問題は続いているということが分かかってきて、この問題に対して学術的にも、注目は大きくなっているとは感じております。一方で、学術的なところはさることながら、実際の問題として、地域の方々が受けている状況に対して、やはり早く対応しないといけないだろうと思っております。

やはり実地調査は学術調査とはまた少し違ってしまいますので、そここのところに対して、必ずしも十分な調査費用の支援がありません。一方で、私の研究室では、あまり費用のかからない分析方法でいつも調査しているので、そんなに大きな支援がなくても長くやっていける体制をつくってきており、そのなかで住民からの要望に応えられるようになっています。同じように分析に興味がある方々に対しては、この方法を伝えていくということも徐々に行っています。

**【岩男】** 貴重なお時間をいただき、基本的なことから丁寧にご説明いただきありがとうございます。原田先生は研究者という立場から、様々な調査報告や取材に応じることなどによって PFAS 汚染の影響についての理解の促進に寄与していらっしゃいます。今後の調査結果などの新たな情報や動向を注視し、PFAS 汚染の影響に向き合っていきたいと思います。



**特集****生活の中の化学物質を問う**

私たちは日々の生活の中で様々な製品を手に取り、使用しています。そしてこれらの製品には多くの化学物質が使われています。本特集で取り上げている香りに関する化学物質もその一つです。しかし近年、生活用品等が放つ香りによって、頭痛や吐き気といった健康被害を発症するケースが増えています。これらは、香りが原因の体調不良であるため「香害」と呼ばれ、それらの被害は多数報告されています。香害は、製品が放つ微量の物質を吸い込むことで起こる現象で、発症のメカニズムは未解明の部分が多いとされています。

一方で、これらの症状には個人差があるため、影響を受けにくい人にとっては、その被害に対する理解を深めることが難しいという側面があります。香害の要因となる製品として挙げられているものとしては、合成洗剤、柔軟剤、消臭除菌スプレー、衣類の防虫剤、漂白剤、化粧品、香水、シャンプー、リンス、制汗剤、整髪料、芳香剤など、身近にあるものが多いのが特徴です。また一度、香害の被害が発生すると、その後はわずかな量の化学物質であっても症状がすぐに現れ、重度の症状へと至るといわれています。もちろん、これらの製品が全て悪いというわけではありません。しかし香害をはじめとした化学物質は、その取扱い

方によって人の健康や環境に対して、大きな影響を与える恐れがあります。ゆえに本号でも述べている「予防原則」の考え方が必要になります。

予防原則は、科学的な因果関係が十分に証明されていない状態や判別がつかない状態であっても、人々の健康や自然環境に大きな影響を与える可能性を考慮して、規制措置や制度を整えていく考え方を表します。

私たちは日々の生活において様々な化学物質を用いた製品を使用し、その恩恵を受けていることも多くあります。その一方で、こうした化学物質によって、健康を損ね、生活に重大なダメージを負っている人も数多くいます。

本特集を通じて、どのような基準や考えのもとに化学物質を捉え、生活の中でどのように取り扱っていけばいいのか、また、化学物質がもたらす影響の範囲はどのように広がっていくのかといったことについて、今一度、身の回りの製品を見つめて考えていくきっかけになれば幸いです。

(本研究所研究員 片上 敏喜)

特集 生活の中の化学物質を問う

01

脳科学から見えてくる香害の影響

岡本 剛 (九州大学基幹教育院 准教授)



岡本 剛 氏

## はじめに

私たちは様々な刺激に囲まれて生活している。と言うより、「周囲にある様々なモノを感覚刺激として認識できる脳」を使って生活していると聞いたほうが正しい。それらがあまりに当たり前を実現されているため、「全ての感覚は、脳という仮想空間内で脳が作り出した仮想現実である」ことを認識することは通常ない。

例えば、色について考えてみて欲しい。あなたが見ている色は絶対だろうか。「人によって見ている色が違う」可能性があることを知っている人はどれだけいるだろうか。本題から逸れるため色の話題は最小限に留めるが、脳は決して絶対評価で色を決めているわけではなく、注目している色とその近隣の色との相対評価をし、さらに周囲の光の状態も加味して決めている。だからこそ、2015年の「ドレスの色論争」(同じ写真なのに、青地に黒のレースラインが付いたドレスに見える人と、白地に金のレースラインが付いたドレスに見える人が出た)のようなことが起こってしまう。そもそも、自然界に色という物理量は存在しない。

では、感覚刺激の源は何だろうか。色の源は光の波長だし、音の源は空気の振動だ。そして、嗅覚や味覚の源は化学物質である。鼻で気体を嗅ぐのと、舌で液体や固体を味わうという違いはあるが、どちらも化学物質を知覚するものだから、脳科学の分野では、嗅覚と味覚をまとめて「化学感覚」と呼んだりもする。

光や音はコンピュータ上で(プログラミングの技術があれば)簡単に作成・制御できるのに対し、化学物質は作成することも制御することも難しい。液体の化学物質については、その味を定量化する味覚センサが開発されているが、気体の化学物質は、センサの開発も脳の研究も遅れている。

本稿では、その匂いに焦点を当て、ヒト嗅覚の特性や特徴、生活の中における匂いの課題について取り上げる。特に、ある種の柔軟剤に代表され

る持続性の高い香りは、利点もあるが危険性もあることを伝えたい。しかし、絶対的な正しい答えは存在しない。本稿をきっかけとして、生活の中の化学物質についての問題を発見し、何らかの解決法を読者一人ひとりが見出してもらえれば幸いである。

## ヒトの嗅覚

ここからは、本稿のテーマである嗅覚に絞って書いていきたい。まず、嗅覚の特徴をまとめていこう。

嗅覚は原始的な感覚だと言われる。みなさんもなんとなくそう思っているかもしれない。では、なぜ原始的な感覚と言われるか説明できるだろうか。考えられる主な理由は、脳における情報処理過程にある。他の感覚系とは大きく異なり、嗅覚は大脳辺縁系（いわゆる古い脳）の梨状皮質から脳における本格的な情報処理をスタートさせる（図1）。そして、情報処理の早い段階から、情動を司る扁桃体や記憶に関する海馬に情報を送り、「生物として生き残る」ために嗅覚情報を利用している。動物に関して言うと、嗅覚の主な役割は、危険察知、食物発見、コミュニケーションとなる。

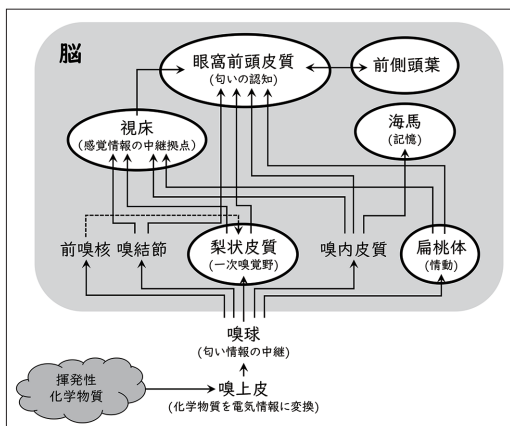


図1

これらの役割は、犬を例にするとわかりやすい（飼っている方はよくご存知だと思う）。まず、自然界に存在しない人工的な匂い（殺虫剤、消臭剤、柔軟剤など）は嫌って警戒する。これは危険察知の一種だ。次に、肉や甘いものの匂いは、食べ物と認識して強く反応する。また、犬の散歩で欠かすことのできないマーキングは、おしっここの匂いで自分の存在をアピールしていると考えられている。縄張りの主張だけでなく、パートナー募集中のアピールに使われるという説もあるようだ。あと、犬どうしが出会い頭におしりの匂いを嗅ぎ合うのはコミュニケーションの一種で、その匂いから相手の年齢や健康状態まで確かめているようだ。

元来生き残るための重要な機能である嗅覚は、私たちヒトに関しては少々事情が異なっている。ヒトは、高度な脳と高度な感覚を持っている（と思いがっている）からか、それとも嗅覚について無知だからかはわからないが、とにかく嗅覚については昔から劣等感を抱いていた節がある。「五感」の提唱者でもあるアリストテレスでさえ、ヒトの嗅覚は、ヒトの他の感覚と比べても、他の動物の嗅覚と比べても、最も劣った感覚であると述べている（図2）。

いかに安全な住環境を手に入れたとしても、危険な化学物質や腐った食べ物への耐性を手に入れたわけではないため、危険察



図2

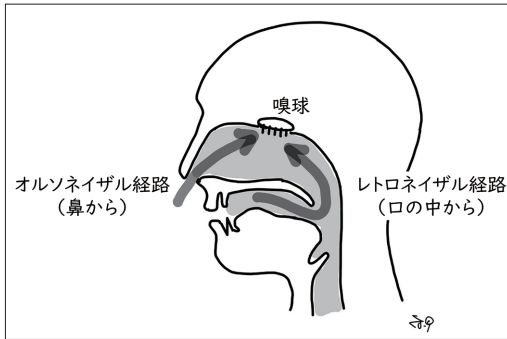


図 3

知は不可欠だ。その一方、ヒトは視覚依存度が高く、外界の大部分を視覚で捉えているため、コミュニケーションに積極的に匂いは使っていない。現に、フェロモンを検出する鋤鼻器官は、ヒトでは（実はサル、鳥、ワニも）退化してしまっている。しかし、食物については、匂いで食べ物の在り処を発見する食物発見ではなく、味の修飾としての役割を拡大させてきた。

匂いを嗅ぎ取るための経路は、実は2つある（図3）。1つ目は、鼻をクンクンさせて鼻の穴から匂いを吸い込んで嗅ぐ（嗅球の下にある嗅上皮に到達する）経路で、オルソネイザル経路と呼ぶ。犬はヒトよりも検知できる化学物質の種類が多い（嗅覚受容体の種類は、犬が約 800 種類あるのに対し、ヒトは約 400 種類しかない）だけでなく、このオルソネイザル経路が発達しているため、クンクンして嗅ぐ能力がヒトより高い。2つ目は、口の中から喉を経由して嗅ぐ経路で、レトロネイザル経路と呼ぶ。犬など、霊長類以外の哺乳類は、一般にこの経路が弱く、なかなか口中の匂いが嗅上皮まで到達しない。そのため、食べている最中に感じる食べ物の匂いは、犬よりもヒトの方が遥かに豊かであると言える。

匂いの源となる化学物質は、鼻の奥の上側にある嗅上皮に届いた後、どのように検出されるだろうか。化学物質を鍵だとする

と、それを受け止める鍵穴の役割をしているのが嗅覚受容体である。嗅覚受容体は、嗅上皮を構成する嗅細胞に生えた毛の表面に付いている。そして、この鍵と鍵穴が「多対多」の非常に複雑な関係になっている（図4）。こうすることで、受容体の種類より遥かに多くの種類の匂い分子を識別することが可能になる。もし、鍵と鍵穴が1対1なら、識別可能な匂い分子の種類は、受容体の種類に限られてしまう。鍵と鍵穴が多対1なら、検出できる匂い分子は増えるが、似た形状の匂い分子の違いは識別できなくなってしまう。

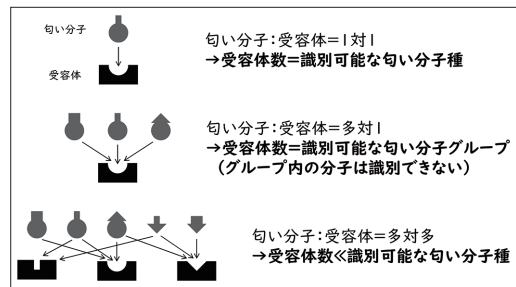


図 4

## 匂い評価の難しさ

少し難しい匂いの情報処理から、より直感的な匂いの性質に話題を変えよう。さて、私たちが日常的に感じる匂いの特徴は何だろうか。これだと答えにくければ、匂いを評価することが難しいのはなぜかを考えてみて欲しい。それでも想像しにくければ、飴でもハンドクリームでも何でもいので、匂いのある近くの物を手にとって、その匂いの強さや種類を言葉で表してみよう。自信を持ってハッキリと表現できる人はいるだろうか。

ここでは、匂いの評価が難しい理由を4つにまとめてみたい。

まず1つ目の理由は、順応という性質に

ある。私たちの鼻は、何らかの匂いにさらされるとすぐにその匂いに慣れてしまい、その匂いを感じにくくなってしまう（順応）。これは、嗅覚情報の入り口である嗅覚受容体が匂い分子に慣れやすいため、脳がどう頑張っても、同じ環境ではなかなか慣れから抜け出すことができない。ただし、環境が変われば簡単に解消し、新たに匂いを感じるようになる。ちなみに、繰り返し刺激を受けることで脳が慣れてしまうことは馴化と言ひ、これは簡単には解消できない。

順応はヒトだけの性質ではなく、他の動物でも起こる。もちろん、その方が生き残るのに有利だから備えている性質で、順応があることで匂い環境に素早く適応できるという利点がある。つまり、生命の危険があるような場所ではその匂いをすぐに検知して緊急避難しなければならないが、生命の危険のない「ただ臭いだけ」の場所なら、すぐ慣れてしまった方がハビタブルゾーン（後述するように、実はこの性質が、香害にも関係する）の拡大に繋がる。

ただし、私たちの日常生活では、同じ環境の中で、順応から復帰しながら、異なる匂いを嗅ぎ分けなければならない状況がある。アロマオイルや香水を選ぶ時はまさにそういう状況だと言える。一方、仕事柄、繊細な嗅ぎ分けを常に要求される人たちもいる。調香師、杜氏、ウイスキーのブレンダーなどである。これらのケースでは何を使って鼻のリセットをすればいいだろうか。

効果の明確なエビデンスがあるわけではないが、次の方法がよく使われるため紹介しておきたい。まず、強い香りのリセットには、コーヒー豆が使われる（図5左）。実際、香水売り場には必ずと言っていいほどコーヒー豆が置かれている。焙煎したコーヒー豆の極めて複雑な香りに、強い匂

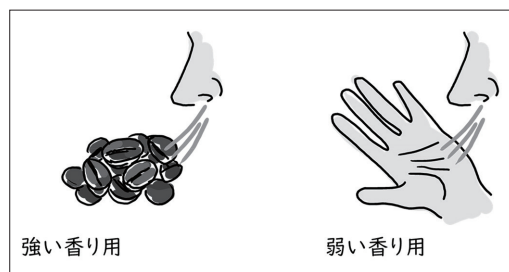


図5

いをリセットして受容体を復帰させる効果があるのだろう。弱い香りのリセットは、自分の体臭が使われる（図5右）。それは、着ている服の匂いだったり、手のひらの匂いだったりする。素人が手のひらの匂いで嗅覚をリセットすることは難しいように思うが、酒造りの現場では実際そうしていると杜氏の方から聞いたことがある。

では、匂いの評価が難しい次の理由に移ろう。2つ目の理由は、化学物質の濃度に依じて、匂いの種類が変わり得ることだ。例えば、インドールという化学物質は、低濃度だとジャスミンの花のような香りがするが、高濃度だと糞便臭のような臭いになってしまう（図6）。

筆者の周辺では、確かに高濃度のインドールには顔をしかめる人が多い（実際、多くの人に嗅いでもらっている）。しかし、外国人の先生の中には、こちらの方が好きだという人もいたりする。この先

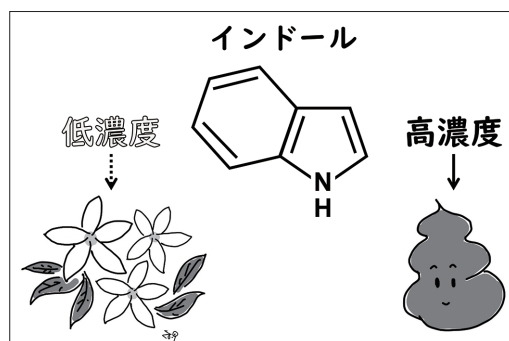


図6

生は、変な匂いであることは認めた上で、「でも、私はこちらの方が好き」だと言っていた。このように、匂いには快・不快と好き・嫌いが一致しない場合がある。そしてそのような匂いについては、主観的な評価が不安定になる（比較的低い濃度だと、匂いの表現が人によってバラバラになる）ことが筆者らの研究からわかっている (Hamakawa & Okamoto, Flavour and Fragrance Journal, 2018)。

3つ目の理由は、匂いの情報処理に関わる脳の領野が多様で、経験や記憶に依存して匂いの評価が大きく変わることだ (図 1)。嗅覚研究で、匂いを評価する際に必ず確認しなければならないことに「親密度」がある。親密度が異なれば匂いに対する印象が真逆になることもあるため、これを調べておかないと、まず査読者から指摘が入る。例えば、筆者はパクチャーの香りが大好きで、トムヤムクンからパクチャーが香って

くると幸せな気分になる。でも、食べ慣れていない人に言わせると、パクチャーはカムムシと同じ匂いらしい。

4つ目、匂いの評価が難しい最後の理由は、言語表現の難しさだ。味覚だと、基本的な6種類の味とその言語表現が定まっているため、その組合せで味を表すことができる。色覚だと、主要な多くの色に明確な言語表現があるため、もっと表現しやすいだろう。しかし嗅覚は、非常に多くの化学物質が認識可能な反面、核となる表現が存在しない。そのため、近いと思える匂いをできるだけ沢山、正確に思い出して表現することになる。これが曖昧で非常に難しい。自由に記述してもらおうと、全く想像のできない、その人しかわからない匂い表現が出てきたりもするため、実験では、あらかじめ言語表現リストを用意し、その中から選んで回答してもらおうことが多い (図 7)。

植物	ハーブ、葉、切った茎葉	果物	カンタロップ、ハネデューメロン	焦げた、焼けた	焼けた、焼した	薬品・燃料	エーテル、揮発薬
	葉芽の		菓物(糖縁系)		臭を嗅いだような		アンモニアのような
	ユウガリの		菓物(その他)		酸が燃えたような		酸味のある、コラーゲルの
	ミント、ペパーミント		オレンジ(菓物)		燃えたうすく		酸い、刺戟的な、酸
	じゃぶのうような		ナシ(菓物)		いやなタバコの煙		樟腦のような
	木、樹木、樹皮		にんにく、まねぼ		焼けたごんのような		タールのような
	花の、フローラル		バナナのうような		新鮮なタバコの煙		膠着質のような
	アニス(カンゾウ)		レモン(菓物)		焦げた牛乳		ガソリン、溶剤のような
	テレピン油(マツ油)		ストロベリーのような		すずの		塩漬の
	新鮮な青野菜		モモの(菓物)		汗臭い		薬の、医薬品
	キョウフウイ		グレープフルーツ		臭の		アルコールのような
	樹皮、シシトウの樹皮		レーズン、押しドウ		動物		化学的な
	バラのうような		さくらんぼ(菓物)		糞(肥料のうような)		クレオソール(フェノール含有の薬品)
	セロリ		リンゴ(菓物)		イースト、酵母		除光液、マニキュア落とし
	生の骨髄のような		パイナップル(菓物)		濡れた羊毛、濡れた犬		ニス
	臭のジャガイモのうような		ブドウジュースのうような		水さのうような		行違
	豆のうような		経路された野菜		屎のうような		家庭ガス
	ゼラニウムの葉		甘い		精子、精液のうような		洗浄液のうような
	スギ材のうような		シナモン		洗濯物、汚れ物のうような		酸い、ライトな
	物研した牧草		ポップコーン		塵のうような		酸い、ペーシな
	インド(セサミ科植物)のうような		肉の(調理された、良い匂い)		死体、死んだ動物のうような		深しい、ひんやりする、クール
	スミレ		ハチミツのうような		血のうような、生肉の		湿かい
	茶葉のうような		糖蜜、糖液		油の、脂肪の		金属の
	コルクのうような		パロウのうような		古くさい、臭の掛けた、腐りかけ		程しい、粉上の
	タンジー		アーモンドのうような		下流の匂い		かび臭い、土の、酸い
	ナッツの(クルミなど)		新鮮なバター		臭散させた(腐った)菓物		ペンキ、酸の臭のうような
	月桂樹の葉		チーズ		酸味のある牛乳		石鹸の
	穀物のうような		ブタクベツパー、ミンシウのうような		腐敗した、不潔な、ゴミの		コロソ(香水)
クローブのうような	ビールのような	腐った、臭臭の	チーク				
マシ草	ピーマン、シシトウ	臭分が臭くなる、うざりする	菓のうような				
オーク材、コニャックのうような	フライチキン		ロープ、縄のうような				
キノコのうような	焼した魚のうような		厚紙のうような				
ココナツのうような	カラメル		濡れた紙のうような				
臭い、フグロシト	ザウアークラウトのうような		新しいゴム				
芳香の、アロマな	チョコレート						
香気の、パフューム	ピーナツバター						
物研したタバコの葉	コーシーのうような						
	スープのうような						
	漬けたてのペン						
	メーブルシロップ						
	肉用の調味料						
	新鮮な卵						
	すずい、臭、酢						
	辛い、ピター						
	びりっとした、スバレー						

匂いの言語表現リスト (Hamakawa & Okamoto, 2018)

図 7

## 生活の中の化学物質と香害

次は、生活の中で身近な化学物質について取り上げよう。そもそも、地球上の生物が住んでいる場所には必ず化学物質が存在する。フグ毒やキノコ毒など、天然物でも生命を脅かす危険な化学物質がある一方、私のような頭痛持ちには欠かせない頭痛薬など、人工物でも日常生活に欠かすことのできない重要な化学物質もある。以上は極端な例だが、どちらも目に見える形状のため（だからこそ間違えてしまうこともあるが）、まだ対処はしやすい。問題なのは、目に見えない気体で空気中に浮遊している揮発性化学物質だ。「直ちに健康被害が及ぶわけではない」種類・量の化学物質でも、暴露を続けると、思わぬ健康被害を生じることがある。嗅覚は順応しやすいため、暴露されていることを忘れやすいのもたちが悪い。

では、どんな揮発性化学物質だと私たちの健康に悪影響が懸念されるだろうか。環境省が定めた「大気汚染に係る環境基準」では、二酸化硫黄、一酸化炭素、浮遊粒子状物質（近年問題になっているPM2.5もこの一種）、二酸化窒素、光化学オキシダントの基準数値が定められている。目に見えない気体で、さらに匂いがしない有害物質は特に危険なので、その発生が想定される場所には行かないか、警報器を設置しておくか、持っていくことを強くおすすめする。一般人はそんな危険な場所に行かないよ、と思われるかもしれないが、一酸化炭素は一般家庭でも発生しやすく、注意が必要だ。筆者が冬のキャンプで薪ストーブを使う際は、必ずメーカー違いの一酸化炭素濃度計を2台（いずれも信頼のできるメーカー製）設置している。

もう少し身近で、警報器を置くまでもな

いが、気になる匂いはどうだろうか。特に、本稿のタイトルにも掲げている「香害」の要因となりそうな匂いには何があるだろうか。その前に、馴染みのない読者のために、香害について説明しておこう。香害の読みは公害と同じ「こうがい」で、香りが原因となって引き起こされる不快感や健康被害のことを表す。「匂害」でも「臭害」でもなく「香害」であることに重要な意味がある。「良い匂い」に位置づけられる「香り」が、有害事象を引き起こすことが問題なのだ。大好きな香りの香水を付けて気分があがっていると、それによって苦しんでいる人がいるかもしれないということには気づきにくい。

香害という言葉は、海外の柔軟剤が日本でブームを起こした2009年頃から使われ始めた。そのため、香害の多くは「柔軟剤の香害」を指すように思う。では問題となる柔軟剤の香りの特徴は何だろうか。それは、強さと持続性の両立である。匂いの強さは、空気中に含まれる匂い分子の濃度の「対数」に比例して変化することが知られている（ウェーバー・フェヒナーの法則）。つまり、匂いの強さを2倍、3倍にしようと思ったら、元の分子濃度を10倍、100倍にしなければならない。そして匂いを持続させるということは、何らかの技術で匂い分子を揮発させ続けるということだ。匂い刺激が全くない完全無臭空間も好ましいとは言えないが、強い匂いに暴露され続けるのも問題がある。

特定の化学物質を慢性的あるいは大量に曝露されることにより引き起こされる最悪のケースが化学物質過敏症である。花粉症と同じように、一旦この引き金が引かれてしまうと、非常に微量な化学物質の暴露でも、脳と身体が過敏に反応し、様々な健康被害を引き起こす。そのため、防毒マスク

を装着しないと外出できず、本を読みたくても印刷物の匂いで頭が痛くなって本が読めないという事態に陥ってしまった方もいる。さらに問題なのは、どういう機序でそういう症状を引き起こすのかの詳細が未だ不明で、診断や治療ができる医療機関が日本には数える程度しかないことだ。

このような深刻な状態になっている方々のケアと合わせて、香害や化学物質過敏症を引き起こさない香りとの付き合い方を、一人ひとりが真剣に考える時期に来ていると思う。自分が好んで使っている高濃度の香りによって、ある日突然、あなた自身の健康が脅かされる可能性さえあるのだ。もちろん、強い香りが持続する柔軟剤がここまで普及した背景には、消費者がそれを望んだことがある。たしかに、それにより気分が上昇したり、リフレッシュしたり、心理的に良い効果が期待できる面はある。しかし、危険性もあることを知った上で、少なくともその環境にいる人全員が嫌な思いをしない程度の強さで、持続しない香りを社会が求めるような意識改革ができればと思う。

## おわりに

匂いの好みは千差万別で、匂いの強さの感覚も人によって違う。そのため、なかなか思いが伝わらないことがあり、言い出しにくいのも事実だ。だから、例えば、家庭、学校、職場など、そこに集う人が一定期間固定される環境では、匂いの環境アセスメント（匿名のアンケートだけでも良い）を定期的実施すると決めてしまうのはどうだろうか。そうすることで、なかなか言い出せないで困っている人が抱える香害問題を解決できるかもしれない。

通常、当事者意識のない人に問題に目を向けさせ解決法を探るのは難しいが、筆者が最近取り組んでいる「フューチャー・デザイン」の手法は役に立つかもしれない。フューチャー・デザインとは、未来志向で施策立案や人材育成を行うための手法で、次のような手順で行う。

1. まず、現在の問題を1つ設定し、その要因が過去世代（例えば50年前）にあると考える。そして、現在の問題を解決するために、過去世代へ送るリクエストを考える（パスト・デザイン）。
2. 次に、将来世代（例えば50年後）になりきって将来を想像する。その将来を実現／回避するために、現在世代へ送るリクエストを考える（フューチャー・デザイン）。

筆者が担当している大学1年生向けの授業（課題協学科目）では、この手法を導入することで、自分たちの損得勘定から離れ、より広い視野で日本全体の問題を考えられるようになる効果があった。最初はゲーム感覚で良いので、ぜひ試してもらいたい。

もう一つ、香害を考えるにあたって、個人的におすすめしたい方法がある。それは自然の中で一夜を過ごすこと、つまりキャンプに行くことだ。完全に筆者の趣味で申し訳ないが、キャンプで自然の中に入ると、自然から多種多様な刺激を受け、気付かされることがたくさんある。そして、自然の中の色々な匂いにも気付き、時に煙を浴びながら（少しなら煙の匂いも良いものだ！）焚き火の炎を見ていると、自然と思索が深まっていく。

実は、これまで焚き火の効果は脳科学的にほとんど解明されていなかった（1/fゆらぎも然り！）。筆者は1年かけて大学から実験の許可をもらい、さらに1年かけて自分自身を被験者として実験を繰り返した



(実際に焚き火に当たりながら本格的な脳波測定を行った実験は恐らく世界初)。そのデータを解析し、「焚き火の脳科学的効果」の結果をていねいに考察し、これまた1年かけて1冊の本（『焚き火の脳科学』）を書き上げた（2024年1月に九州大学出版会から出版）。焚き火で思索が深まることも、物理、心理、脳波の同時測定データから示した。これからの脳科学を考えるヒントも随所に盛り込んでいるので、本稿と合わせてお読みいただくことで、香害問題という燃えにくい薪に着火する火口になれば望外の喜びである。

## 特集 生活の中の化学物質を問う

02

香害をなくす活動  
香害は公害、柔軟剤など日用品による健康被害  
実態を調査し、国やメーカーに規制を求める  
杉浦 陽子 (香害をなくす連絡会事務局、日本消費者連盟香害担当)



杉浦 陽子 氏

### 1. 香害とは何か

#### 有害化学物質による空気汚染

香害とは、香りを長続きさせる柔軟剤や合成洗剤など、他人が使った日用品により受ける健康被害のことです。最近では香りだけでなく、抗菌・消臭成分を長続きさせる製品も登場して、被害が拡大しています。いずれにしても人体に悪影響のある有害化学物質が空気を汚染し、複数の人が通常の生活を送れないほどの健康被害を受ける事象、公害といえます。

「柔軟剤の香りが充満していて教室に入れない」「満員電車に乗れず、職場でも制汗剤や消臭剤が苦しくて、退職せざるを得なくなった」。いま長続きする香りや抗菌・消臭成分を含む日用品により、体調不良を訴える人が増えています。とくに大人に比べて感受性の強い子どもたちは被害を受けやすく、自分の体調不良の原因もわからないまま不登校になることもあります。また社会人では、周囲の理解を得られず、職を失い貧困に陥るケースも少なくありません。

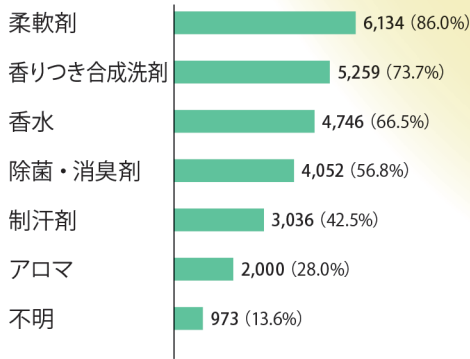
#### 2割が「学校や職場に行けない」

香害をなくす連絡会 (事務局・日本消費者連盟) が2020年に実施したアンケート (※) によると、回答者約9000人のうち約7000人が香害被害を感じており、そのうち約2割の人が「学校に行けなくなった」「仕事を休んだり職を失った」と答えています。原因となった製品の1位は柔軟剤、2位は香り付き合成洗剤です。具体的な症状の1位は頭痛、2位は吐き気ですが、多岐にわたる症状を訴えています。

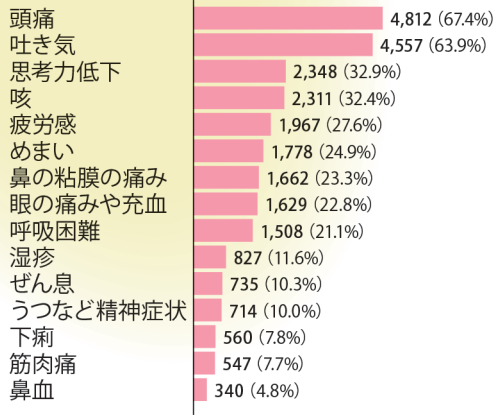
こうした健康被害の原因は、香料や抗菌・消臭成分だけでなく、柔軟剤であれば陽イオン界面活性剤などの主成分、そこに加えられる防腐剤や安定剤などの添加剤などとの複合影響と考えられま

※ネットを中心に募集。無作為抽出ではない。

● 具合が悪くなったことが「ある」と回答した方に質問です。どんな製品ですか？  
(複数回答可)



● 具体的な症状は？ (複数回答可)



● グラフ・どんな製品で具合が悪くなったか (2020年、香害をなくす連絡会実施・香害アンケートより)

● グラフ・香害で起こる具体的な症状 (2020年、香害をなくす連絡会実施・香害アンケートより)

す。何よりも、香りや抗菌・消臭効果を長続きさせるマイクロカプセルなどの技術が、被害を拡大させていることは間違いありません。これはプラスチック製の微細なカプセルに香りなどを詰め込んで、熱や摩擦により時間差ではじけさせて効果を長続きさせる技術です。

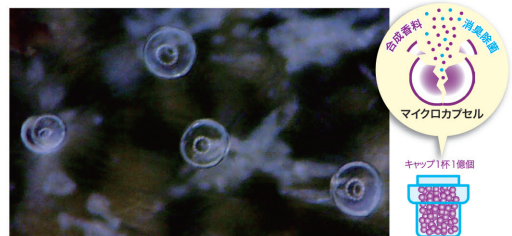
マイクロカプセルで効果長続き

マイクロカプセル技術は、農薬や肥料などに使われ、1回の散布、施肥で効果が長続きすることから、農業の人手不足解消に開発されてきました。この同じ技術を、日用品である柔軟剤や合成洗剤の付加価値として、香りや抗菌・消臭の長続きに使ったのが石鹼洗剤業界でした。本来柔軟性を持たせることが目的の柔軟剤が、今や香りづけが1番の理由で選ばれています。さらに、この数年は新型コロナ蔓延を経て、抗菌・消臭という付加価値で新製品が相次いでいます。

マイクロカプセルは、いま世界的に地球環境汚染の原因として問題視されるマイクロプラスチック (5ミリ以下のプラスチッ

ク) から来ています。柔軟剤のキャップ1杯に1億個と言われる微細なカプセルは、洗濯のたびに川や海に流れ、衣服にくっつき大気中に運ばれ環境を汚染しています。あまりに微細のため、空気中に漂っていても肉眼では見ることはできません。マイクロカプセルに内包される香料や抗菌・消臭成分の問題に加え、この微細なカプセルを口や鼻から吸い込み、肺や血中に取り込んでいることも問題です。物理的な健康影響に加え、プラスチックに含まれる添加剤や、プラスチックが吸着する有害化学物質を体内に取り入れることになるからです。

EUでは2023年9月に、マイクロプラ



柔軟剤のキャップ1杯に1億個と言われる微細なカプセル (写真は高性能の顕微鏡で撮影したマイクロカプセル・リーフレット「知っていますか？香害」より)

スチックが意図的に添加され、使用時にマイクロプラスチックを放出する製品の販売を規制する規則を採択しました。対象となる製品には、農薬、肥料のほか香害の原因となる洗剤、柔軟剤が含まれます。品目ごとに実施までの猶予期間はあるものの、規制の大きな流れを止めることはできません。一方、日本では常にメーカーの自主的な規制に頼り、政府主導で強制力のある規制を設ける動きはありません。

## 2. どんな活動をしてきたか

### 電話相談「香害 110 番」が始まり

日本での香害をなくす活動は、消費者団体や環境団体、患者団体などで構成する香害をなくす連絡会<sup>\*</sup>が中心的役割を担ってきました。2017 年の団体結成につながったのは、現在香害をなくす連絡会の事務局を担う日本消費者連盟が、「香害 110 番」という電話相談窓口を設けたことが始まりでした。柔軟剤や合成洗剤の香りで体調不良を起こすという実態が各地で聞かれ、それについて生の声を聞こうと実施したのです。記者会見を開き、新聞やネットで告知されたことから、当日は 213 件の電話、



日本消費者連盟が実施した電話相談「香害 110 番」  
(2017 年)

メール、ファックスが寄せられ、深刻な実態が明るみになりました。「原因は不明」という言葉で医療機関をたらい回しになり、周囲の理解もなく孤独に苦しんでいる人が大勢いることがわかったのです。

これは社会問題だと認識が強まり、日用品による健康被害であることから、まずは消費者庁に働きかけました。最初の面談の様子は今でも忘れられません。列席した職員は、「香りは好みの問題」「原因が特定できない」などと後ろ向きの発言に終始し、真剣に耳を傾ける姿勢は全く見られませんでした。国民生活センターにも原因の調査を依頼しましたが、「優先順位がある」と言われました。いったいどれほどの人が苦しめば調べてくれるのかと問うと、「もっと大勢」との回答でした。

そこから消費者庁だけでなく、少くない子どもの香害被害の解決のために文部科学省、国民の健康が脅かされていることから厚生労働省、問題製品の製造企業の監督官庁である経済産業省、人体だけでなく環境を汚染していることから環境省と、次々要望書を提出し面談を繰り返してきました。

### 9000 人からアンケートを集める

しかし、省庁との面談を繰り返しても、国は原因の究明はおろか、実態の調査もしようとしません。そこで香害実態の一端でもわかればと、2020 年初頭に自らアンケートを作成して大規模調査を行いました。当初 1000 人でも集まればとの予想を超え、ネットを駆使したこともあって、結

※香害をなくす連絡会 日本消費者連盟 (事務局)、ダイオキシン・環境ホルモン対策国民会議、有害化学物質削減ネットワーク、化学物質過敏症支援センター、香料自粛を求める会、日本消費者連盟関西グループ、反農薬東京グループの 7 団体でスタート。現在は 5 団体で構成。

果9000人以上から集まりました。この調査は無作為抽出ではなく、関心の高い層が多いことが予想されましたが、実態を伝える声は圧倒的な内容を持ち、その後の活動に大変役に立つものとなりました。

新型コロナ禍の中ででしたが、2020年7月にアンケート結果を伝える記者会見を開き、複数の媒体に掲載されました。メディアへの波及効果は大きく、以後、地域で苦しみながら生活する被害者の取材が進み、香害をなくす連絡会への取材が相次ぎました。事務局を務める私も、2023年11月現在までに100人程の記者から取材を受けるまでになりました。



香害をなくす連絡会が香害アンケートの集計結果を発表した記者会見（2020年）

### 5省庁が解決策を探る姿勢を見せる

その後、2020年12月に開いた5省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）との意見交換会では、職員がそれまでと明らかに違う姿勢を見せるようになりました。毎回の面談の前に予め、調査結果や被害の声を届けるようにしたこと功を奏したのかもしれませんが。被害の実態を認めるだけでなく、国が何らかの解決策を見出さなければならぬことを認めるようになりました。もう「香りが好みの問題」という職員はいなくなり、解決のための資料提供を求めてくる省庁もありました。

連絡会の要望は、あくまでも香害をもた

らす家庭用品の規制を求めることですが、まずは原因トップの柔軟剤販売を禁止するよう求めました。しかし、香害被害者を「香りに反応する特殊な人たちの病気」という受け止めは強く、「誰もが被害に遭う可能性のある公害」という認識が薄いことがわかりました。

私たちは、香害は被害に遭う人の体質の問題ではなく、本質的には商品の安全性の問題であること、使用量を守れば問題ないのではなく、微量でも繰り返し曝露することで過敏症などを発症することを根気強く説明しています。2017年の頃とは違い、実態が少しずつ理解され始めたとはいえ、国は意図的に、「一部の人の体質の問題」「使用量を守らない消費者の問題」として、企業の製造物責任に全く触れようとしません。

### 啓発ポスターの前進面と問題点

省庁への要望を繰り返す中で、5省庁連名の消費者への啓発ポスターが製作されたことは、私たちの運動の成果でした。しかしその文言は、2021年は「その香り、困っている人がいるかも？」であり、改訂を望んだ結果出てきた2023年版は「その香り、困っている人もいます」でした。困ってい



5省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）連名で初めて作成したポスター（2021年）（左）と改訂ポスター（2023年）（右）

る人がいるのは厳然たる事実なのでから、「かも?」を取って「います」と修正して欲しいと要望を出しました。結果は「います」になったものの、「が」を「も」にすることで断言を避ける形をとったのです。

加えて「使用量の目安を参考に」と使用量を守らない消費者が原因を作っていると暗示する内容を掲載しています。使う人の使い方が悪いから困っている人がいる、消費者同士で気をつけましょう、という内容になっています。これでは問題の解決にはなりません。香害被害の子どもを持つ親からは、このポスターが普及することで、「自分は使用量を守っているのに、さらに配慮を求める困った人たちがいる」と捉えられるから困るという声が聞かれました。

文部科学省からの通達により、学校でのポスター掲示が進み、保護者への手紙で香害に苦しむ子どもがいることが周知され始めています。しかし問題の本質を隠した啓発は、かえって問題の解決を遠ざけている



日本消費者連盟の会員の子どもの、日用品の化学物質で体調不良になる中学生が描いたポスター (2023年)

とも言えます。啓発ポスターについては、国よりもむしろ地方自治体が独自に作成するものが実情に即して適切です。東京都世田谷区では、日本消費者連盟の会員の子ども (中学生) が描いたポスターを全公立小中学校に配布することを決めました。

### 香害への理解と配慮を求める活動

国に製品への規制を求めても重い腰を上げてくれない中で、暮らしの中で無意識に香害を拡散してしまっている事業者への啓発活動を進めてきました。

最も切実に聞かれた宅配業者や修理業者などの過度の着香製品の使用に対する自粛要請、公共交通機関での利用者への啓発などです。香害被害者は衣服を着た人が多く集まる場所での被害が多いため、外出がしづらく、生活用品を宅配に頼る人が多いのです。しかし配達員は体臭を隠すためにエチケットとして、強い香りや抗菌・消臭成分を含む柔軟剤や制汗剤などを使用するケースが多いのが実情です。

そこで2020年10月には、ヤマト運輸、佐川急便、日本郵便、西濃運輸に「配達員の方の制服に関する柔軟仕上げ剤使用についての質問書」を提出しました。その後、何度かのやりとりの中で、日本郵便からだけは、「香料に対するお客さまへの配慮について社内資料に明記し啓発していきます」との回答を得ました。その他の企業からは回答を得られませんでした。

こうしたことから2022年11月には、5省庁以外にも国土交通省との意見交換会を設け、交通機関や宅配業者、宿泊施設などでの、スタッフと利用者双方への香り自粛の啓発活動を促進するよう要望しました。結果、私鉄、都営地下鉄など複数の駅で5省庁連名ポスターが貼り出されることになりました。

### 3. 生協の認識と実情

#### 生協にアンケートを実施

被害者の中には、安全な食べものを求めて生活協同組合に加入している人が多く、柔軟剤や合成洗剤を販売しない生協であっても、商品が運ばれる過程で香りなど有害化学物質が付着して困るという声が多くありました。香害は社会全体に蔓延している状況で、香りなど有害化学物質の発出源の特定は難しいのですが、まずは生協の職員に香り製品を身に着けないで欲しいという願いを届けようと2021年7月にアンケート<sup>\*</sup>を実施しました。そこから、少なからぬ生協が香害を深刻に受け止め、組合員のために対策を練り始めていることがわかりました。

配達員の香り製品の使用で困っている組合員がいることについて36%が「深刻な問題」と回答し、「問題があることは認識している」と合わせると80%が問題だと回答しています。問題への対応について31%が「生協全体で取り組んでいる」と回答し、「個別の状況に応じて対応している」と合わせると85%が対応していると回答しました。具体的な対応策では、「配達員に石けん、合成洗剤、香り製品などを指導

している」が59%と過半数に上りました。

#### 職員の日常の洗濯は合成洗剤？

回答いただいた生協の多くは、もともと柔軟剤や合成洗剤を販売していないところが多く、香害への認知、理解があるものと思います。しかし職員の日常の洗濯は、実際は石けんではなく合成洗剤を使っているケースが多く、柔軟剤使用もかなりの割合になるものと思われます。人手不足の中で「プライベートまで拘束できない」「職員教育にまで手が回らない」といった厳しい事情があることがわかりました。

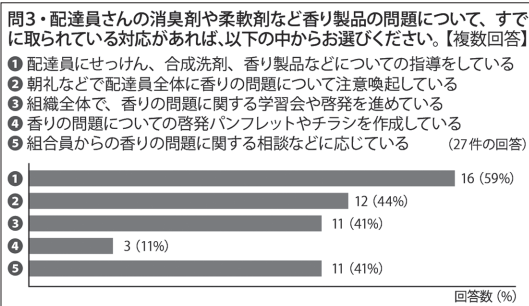
アンケートと合わせて、配達員の柔軟剤など香り製品の不使用の要望書を送りました。これは何より配達員の健康を守り、組合員（消費者）には歓迎され、ひいては組合員増加と従業員の福祉にも貢献することにつながるのではと伝えました。

香りが製品に移る原因を考える上で、配達員だけが問題かといえば、そうとは言えない現実があります。商品の生産者、流通業者、包装過程のどこで起こっているかわからないのです。リユースしている容器などは、組合員が使っている香り製品が原因のことが多いようです。こうして見ると、香害は商品に関わるすべての人が意識して取り組まなければならない問題ということがわかります。

#### 生協全体で取り組む先進事例

アンケートから、香害問題に生協全体で取り組んでいる先進的な事例を紹介します。

あいコープみやぎは、香害問題が浮上り始めた2016年頃、合成洗剤や香害となり得る化学製品の使用を禁止する配送マニュアルを作成しました。「組合員に石けんを推奨していて、職員が合成洗剤を使っているのでは辻褄が合わない」という考えのもの



生協の配達員の使用する香り製品についての対応策 (2021年、香害をなくす連絡会実施・生協アンケートより)

<sup>\*</sup>アンケートは、日本生活協同組合連合会のリストより136の生協に郵送し、42の生協から回答を得た。

と、職員の家族の理解も得る努力を重ねてきました。17年から商品の職員割引制度も始めて石けんを市販より安く買えることもあったか、合成洗剤を使う職員はじょじょに減り今ではほとんどいないとのことでした。

グリーンコープ生活協同組合おかやまは、配達員全体に香りの問題について注意喚起し、組織全体で香りの問題に関する学習会や啓発を進めています。配送時に着用するユニフォームは、取り扱い商品の石けんで洗濯することとしていますが、「何らかの事情により自宅での対応が難しい場合は、生協の洗濯機を使用するようにしている」そうです。掛け声だけに終わらせず、実情に即した対応策をとっている事例です。

コープ自然派100%子会社の配送会社リンクスは、2020年秋にアルバイトを含む全社員に取り扱い商品の石けんを無料配布して、職員の家族にアンケートを実施しました。約300人のうち、もとの石けん派は数人で、合成洗剤から石けんに切り替えた人は約1割でした。「健康にいいのはわかるけど、においがないと洗った気がしない」「割高感がある」といった本音が聞こえたことから、石けんを2割引で購入できる措置を取りました。

市販されている柔軟剤や合成洗剤によって組合員が苦しむ実情を知るにつれ、「石けん普及の原点に立ち返ろう」という声も聞かれました。合成洗剤追放運動が盛り上がった頃と違い、今は石けんとの違いがわからずに、合成洗剤や柔軟剤を使っている組合員や職員も多いのです。日本消費者連盟は、「石けんを使えるようになるにはどうしたら良いか」という悩みに応え、ブックレット「香害のないくらし 柔軟剤にさようなら」やリーフレット「知っていますか？香害」を制作し、普及しています。



日本消費者連盟発行のブックレット「香害のないくらし 柔軟剤にさようなら」(2021年)



日本消費者連盟発行のリーフレット「知っていますか？香害」(2023年)



## 4. 真の解決のために

### 本当の加害者を見抜いて

香害は消費者が使用することによって加害者にも被害者にもなり得る新しい「21世紀型公害」と言われます。苦しんでいる人は、加害に無自覚な加害者に直接は訴えづらく、家族の中でも理解されずに孤独に苛まれているケースもあります。しかし本当の加害者は、健康に有害な製品を安全性確認も不十分なままに販売する製造企業ではないでしょうか。かつての公害と違って、原因物質や原因企業が1つということではなく、複数の製品が多様な健康被害をもたらすことによって、本当の加害者が見えにくい構図になっています。

香害をなくす連絡会では、これまでも洗剤大手メーカーの花王、ライオン、P&Gに対し、「柔軟仕上げ剤・香り付き合成洗剤等をめぐる香害に関する公開質問状」などを送付し、9000人アンケートの結果を送付するなど実態を伝える努力をしてきました。その都度、面会も申し込んできまし

たが拒否されています。

このたび香害をなくす連絡会、香害をなくす議員の会、被害者団体であるカナリア・ネットワーク全国の3団体は合同で、花王、ライオン、P&Gとそれらが加入する日本石鹼洗剤工業会に対し、オンライン署名 change.org 『『マイクロカプセル香料』などの『長続き』製法をやめてください!』を集める活動を始めました。2024年1月には記者会見も開き、メーカー各社に提出する予定です。今度こそ面会を果たしたいと思います。

### 必要なものを見極める目を持つ

柔軟剤は、テレビCMの広告出稿料が上位にランクされ、合成洗剤とセットで毎回使うものという意識の刷り込みがされています。香り、抗菌・消臭、夏にはクールに、冬には暖かくなど、根拠のない“付加価値”が喧伝され、消費者は踊らされています。

これに対抗するには、消費者自身が健康な暮らしを続けるために、本当に必要なものと必要ないものを見分けることが大切です。私たちは、洗濯には人類が長く使用してきた石けんを使用すれば柔軟剤は必要ないことを説明しています。この10年ほどで流行している柔軟剤は、本来の目的を逸脱して、香りやその他の“付加価値”で買わされていることに疑問を持つべきです。

使用量を守る人がほとんどであっても、これほど多くの人が柔軟剤や抗菌・消臭製品を使用する空気環境は人類始まって以来のことです。今は微量であっても体調不良を起こす人々が増えており、今後は誰がいつ発症するかわかりません。原因製品と健康被害の因果関係が未解明という言葉に惑わされずに、「疑わしきは避ける」という予防原則に立ち、皆さんの力で製品の販売規制につなげていきましょう。

日本石鹼洗剤工業会、P&Gジャパン合同会社、花王株式会社、ライオン株式会社 各位  
「マイクロカプセル香料」などの「長続き」製法をやめてください!

要望事項  
「香害」が問題になっています。柔軟剤、合成洗剤、消臭剤、芳香剤などの、主に香りのある日用品で、健康被害が生じる被害です。とくに、香りや抗菌・消臭作用を長続きさせるマイクロカプセルなどが製品に使用されるようになってから、香害被害が拡大しました。合成洗剤メーカーは、マイクロカプセルなどの「長続き」製法を即期やめてください。

<主催団体>「香害をなくす議員の会」「香害をなくす連絡会」「カナリア・ネットワーク全国」

**STOP!**  
マイクロカプセル  
香害  
[https://www.change.org/Stop\\_Kougai](https://www.change.org/Stop_Kougai)

オンライン署名の方はこちらから  
[https://www.change.org/Stop\\_Kougai](https://www.change.org/Stop_Kougai)

ご署名 ご署名欄にボールペンでご記入頂き、各紙袋に住所等「下記」欄上のようにご記入ください。

氏名	住所 (〇〇県〇〇市〇〇区〇〇丁目 〇-〇 〇-〇)

※この署名は、個人情報保護法に基づき目的以外には使用しません  
第1次集約:2024年12月25日 第2次集約:2024年1月15日

【送付先】 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田 1-9-19-207 特定非営利活動法人 日本消費者連盟

オンライン署名 change.org 『『マイクロカプセル香料』などの『長続き』製法をやめてください!』 (こちらは紙版)

## 【香害をなくす連絡会の活動】

2017 年

- 7月、8月・日本消費者連盟が電話相談「香害 110 番」実施。
- 8月・患者支援、環境団体とともに「香害をなくす連絡会」結成。
- 8月・消費者庁に「香害をもたらす製品の規制を求める要望書」提出。

2018 年

- 2月・文部科学省に「学校等における香料を含む製品の使用自粛に関する要望書」提出。
- 2月・厚生労働省に「『香害』防止のための施策に関する要望書」提出。
- 3月・日本消費者連盟からブックレット「香害 110 番」発行。
- 5月・経済産業省に「『香害』をもたらす製品の規制を求める要望書」提出。
- 5月・院内集会「香害 110 番から見えてきたもの」開催。
- 12月・花王、ライオン、P & G に対し、「衣料用洗剤、柔軟剤、除菌・消臭剤など家庭用品の香料成分開示を求める要望書」を提出。

2019 年

- 3月・日本消費者連盟から DVD 「香害 110 番」発行。
- 3月・文部科学省に「学校等における香料を含む製品の使用自粛を求める要望書」提出。
- 5月・経済産業省、環境省、厚生労働省に「G20 に向け家庭用品へのマイクロカプセルの使用禁止を求める緊急提言」提出。
- 5月・院内集会「柔軟剤・香りマイクロカプセル」開催。
- 7月・東京都、東京都教育庁、東京都生活文化局に「学校等における香料製品の使

用自粛を求める要望書」提出。

2020 年

- 2019 年 12 月末～ 2020 年 3 月末・香害アンケート実施、9332 人の声が集まる。
- 3月・石けんを P R T R の指定物質にする案に反対のパブコメ提出。
- 3月・高輪ゲートウェイ駅における「香り演出」中止の要望書提出。
- 5月・国民生活センターに「柔軟仕上げ剤のにおいに関する情報提供 (2020 年)」について要望書提出。
- 7月・香害アンケート集計結果を発表する記者会見開催。
- 8月・岐阜県多治見市に「私企業の柔軟仕上げ剤を推奨することに関する質問書」提出。
- 9月・消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省それぞれに「香害をもたらす家庭用品の規制を求める要望書」など提出、5 省庁連絡会議の開催要望。
- 10月・ヤマト運輸、佐川急便、日本郵便、西濃運輸に「配送員の方の制服に関する柔軟仕上げ剤使用についての質問書」提出。
- 10月・花王、ライオン、P & G に面会を申し込むも拒否され、香害アンケート結果送付。
- 11月・日本消費者連盟がブックレット「ストップ！香害」発行。
- 12月・5 省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）と意見交換会。

2021 年

- 1月・花王、ライオン、P & G に「柔軟仕上げ剤・香り付き合成洗剤等をめぐる香害に関する公開質問状」送付。
- ※ 2月 26 日・萩生田光一文部科学大臣（当時）が国会で「(香害で) 実際に体

に異常を来して、ましてや学校に來れなくなるという児童がいることは極めて重い課題」と答弁。

●3月・厚生労働省に「香害で苦しむ人の医療、介護の改善を求める要望書」提出。

●3月・放送倫理・番組向上機構（BPO）に「テレビドラマ内における柔軟剤の描写に関して審議のお願い」、日本民間放送連盟に「テレビドラマ内における柔軟剤の描写の中止を求める意見書」提出。

●4月・ヤマト運輸、佐川急便、日本郵便、西濃運輸に「配達員の方の制服に関する柔軟仕上げ剤使用についての要望書」提出。

●6月・東京都議会議員選挙に向け12会派に「香害に関するアンケート」実施。

●6月・消費者安全調査委員会へ「香害被害の調査申出書」提出。

●7月・「生協の香害対策アンケート」実施。

●8月・日本消費者連盟がブックレット「香害のない暮らし」発行。

※8月・5省庁（消費者庁、文部科学省、厚生労働省、経済産業省、環境省）が連名で香害の周知と香り製品の自粛を求めるポスターを作成。文言に対する修正を要望。

## 2022年

●2月・5省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）と意見交換会。

※2月28日・岸田文雄総理が国会で「（香害について）研究を進める。公共の場での香り自粛を啓発していく」と答弁。

●3月・厚生労働省と再意見交換会。

●5月・参議院議員選挙に向け10政党に香害に関する公開質問状を実施（日本消費者連盟）。

●8月・香害をなくす議員の会80人で発足（事務局・日消連、2023年11月現在

118人に）。

●11月、国土交通省と面談、ポスター掲示、交通や宅配、宿泊などの場での従業員・客への啓発。

## 2023年

●1～3月、オンライン連続学習会・香害の本当の解決のために「暮らしから有害化学物質を減らそう」（日消連主催）。

1回目「香害は香りだけが問題ではない～主成分や添加剤の複合影響」田中輝子さん

2回目「香害と子孫にも影響する環境ホルモン問題」水野玲子さん

3回目「環境や人体を汚染するマイクロプラスチック」大河内博さん

●1月20日～2月10日・消費者ホットライン「188（いやや）集中キャンペーン」呼びかけで160人超が参加。

●2月・5省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）と意見交換会。

●連絡会によるVOC測定。まずは生活圏を測定、学校などに広がっていく。

●6月・厚労省との再意見交換会。

※7月・5省庁（消費者庁、文部科学省、経済産業省、環境省、厚生労働省）が連名で香害の周知と香り製品の自粛を求める新ポスターを作成。文言に対する再修正を要望。

●9月・日本消費者連盟がリーフレット「知っていますか？香害」発行。

●10月・オンライン署名change.orgで『<STOP! マイクロカプセル香害>メーカーは「マイクロカプセル香料」などの「長続き」製法をやめてください!』を、香害をなくす議員の会、カナリア全国CANとの共催で実施（2024年1月15日まで）。

## 特集 生活の中の化学物質を問う

03

### 生活クラブの取り組みから考える 化学物質とのつき合い方

浮網 佳苗 (同志社女子大学 表象文化学部)



生活クラブ事業連合生活協同組合連合会  
企画部 SR 推進課 沼尾 哲也 氏

### はじめに

衣服のいやな臭いを防ぎ、汚れ落ちのよい洗剤、衣服をふんわりと仕上げ、「いい」香りのする柔軟剤、豊富な種類の化粧品、保存のきく多種多様な加工食品などは私たちの日常にありふれた生活必需品であるが、これらには様々な化学物質が含まれている。確かに化学物質によって私たちの生活の利便性は向上したかもしれない。しかし、昨今では、香害や化学物質過敏症、アレルギーなど、身近な化学物質が重大な健康被害を及ぼしたり、環境汚染の原因になったりすることも明らかになってきている。

では、私たちは日常に潜む化学物質とどう向き合っていけばいいのだろうか。この大きな疑問を考える手がかりを求めて、生活クラブ事業連合生活協同組合連合会（以下、生活クラブ）の企画部 SR 推進課の沼尾氏、三木氏、山本氏にお話を伺った。

生活クラブには、組合員と生産者が連携して、妥協しない徹底した品質管理に取り組んできた実績がある。生活クラブが掲げる「消費材<sup>1)</sup> 10 原則」の第 6 原則には、「有害化学物質を削減します」と明記されていることからわかるように、化学物質の取り扱いに対しても、様々な工夫を行ってきたのである。

なお、生活クラブ誕生の経緯や初期の取り組みについては、『くらしと協同』第 31 号(2019 年冬号)の特集に掲載された記事「消費者の視点からゲノム編集食品を考える一食の安全に対する生活クラブの取り組み」を参照されたい。

- 1) 消費材とは、\_ 取り扱う食品や生活用品を利潤追求が目的の「商品」ではなく、実際に使う人の立場にたった材であるという思いを込めて「消費材」と呼んでいる。
- 2) 「持続可能な生産と消費」推進制度とは、\_ 組合員と生産者が関わりながら、消費材の品質と生産管理レベルなどを向上させる取り組みである。

## 化学物質に対する基本的な考え方

——食品はもちろん、化粧品や洗剤、消臭剤など日用品に使用される化学物質には生活の利便性を向上させる側面があると思いますが、一方で、香害やアレルギー、環境汚染など問題も深刻になってきています。化学物質の利便性と健康や環境への影響について生活クラブではどのようにバランスを取っているのでしょうか。

【生活クラブ】疑わしきは使わずという予防原則に基づき、健康をおびやかす環境を破壊するおそれのある化学物質の使用を減らすとともに、環境への放出を削減することに努めています。生活クラブでは、「持続可能な生産と消費<sup>2)</sup>」推進制度を実践していて、持続可能性を阻害しないことが前提です。

以前、缶詰の内面塗装から環境ホルモン物質のビスフェノール A が溶け出ていることが問題になったことがありました。そ

6. 安全性の追求【化粧品】	
6-1 化粧品共通	不使用推奨物質の不使用
	香料の不使用
	合成界面活性剤の不使用
	アレルギーテストをクリアした製品
	合成防腐剤の使用
	16 物質の合成界面活性剤の使用
	禁止物質の不使用
	法定色素(タール系色素)の不使用
	パッチテストをクリアした製品(但し一部の製品を除く)
	香料の主要成分の開示
	製品(香料)の SDS 等による、有害性情報の確認
6-2 基礎化粧品の条件	基礎化粧品への合成着色料の不使用
	基礎化粧品へ 0.1%を超える合成香料の不使用
6-3 メーク化粧品の条件	メーク化粧品への合成着色料の使用
	メーク化粧品へ 0.2%を超える合成香料の不使用
6-4 頭髪化粧品の条件	頭髪化粧品への合成香料の使用
	頭髪化粧品への合成着色料の不使用
7. 安全性の追求【雑貨】	
7-1 仕上げ加工	金属や木製品、プラスチック、陶磁器にバリ取りなどの仕上げ加工の処理
7-2 防虫・抗菌加工	防虫剤・殺虫剤成分への天然抽出成分の使用(但し、毒劇物を除く)
	防虫・抗菌加工の不使用
	防虫剤・殺虫剤成分への、環境ホルモンと指摘される成分の不使用
	防虫・抗菌加工への、環境ホルモンと指摘される成分の不使用
	防虫・抗菌加工剤の LD50 が 2000mg/kg 以上
7-3 その他の化学物質	化学合成香料の不使用
	合成界面活性剤の不使用
	食品に接触する製品から溶出するホルマリンが、国の基準値の 1/10 以下
	合板やパーティクルボードへの F☆☆☆☆グレードの使用

「持続可能な生産と消費」推進制度のもとで作成された自主基準書には、有害化学物質の取り扱いが消費材の種類ごとに明記されている

の際、ある生協では、缶詰の供給を一切止めてしまうという事態になったのです。しかし、生活クラブでは缶詰の供給を続けながら、この問題を解決していこうとしました。生産者とともに製缶メーカーに働きかけて、それまで 30～60ppb 程度が溶け出ていたところを、10ppb に以下までするという業界の自主基準を作ってもらって低減していくやり方です。取引は続けながら交渉していくというのは、持続可能な方法だと思います。加えて、この事例は業界全体に影響を与えました。生活クラブの消費材<sup>1)</sup>だけについて対応してもらったということではなく、業界全体での取り組みにつながったのです。

化学物質の利便性とのバランスでいえば、利便性については犠牲にしているかもしれません。安全性をより重視しているということです。例えば、ペットボトルに入った調味料を販売すれば、持ち運びに便利ですが、その後の処理や、ペットボトルから溶け出す物質のことも考えて、できるだけガラスびんを使うことで化学物質を避けています。

また、食品添加物については、日本で認可されている 741 種類のうち、用途を限定し、98 種類だけを使えるようにしています。例えば、重合リン酸塩はプロセスチーズを作る際に不可欠且つプロセスチーズには不可欠なため、チーズに限って使用しますが、他の食品には使わないと決めています。

とりわけ生活用品においては、合成洗剤の取り扱いを 1970 年代に中止しせっけんの共同購入に取り組んできました。

農薬についても減農薬に取り組んでいます。

## 原点となった取り組み

——化学物質をなるべく使わずに消費材<sup>1)</sup>を生産するという、現在の生活クラブの姿勢は、当然、生活クラブの長い活動のなかで培われてきたものだと思いますが、その原点となった取り組みはどのようなものだったのでしょうか。

**【生活クラブ】** ウインナーの取り組みがまさに原点のひとつだと思います。1970 年代、業界の常識では、ウインナーには食品保存料が入っているため、簡単には腐らないものと考えられていました。そのため、保存料を使用していないウインナーであれば、当然常温ですぐ腐るわけです。生活クラブの物流が整備されていない頃、大半の消費材<sup>1)</sup>が常温で配送されていたため、2月の実験取組で冷蔵保存されていない配送トラックでウインナーも腐らせてしまうことがありました。にもかかわらず、完全無添加を求める組合員の声は止みません



完全無添加のウインナー  
(生活クラブホームページより <https://seikatsuclub.coop/news/detail.html?NTC=1000000469>)

でした。そこで、保存料を使用しないウイナーを安全な状態で保つための更なる実験を組合員と協力して実施し、冷蔵下では完全無添加でも製造から1週間保存可能であることが確認されました。

——生活クラブが組合員と手を携えて歩んできたことを象徴するような取り組みですね。合成洗剤を可能な限り使用しないという、せっけん運動もまさに、組合員の声のもとになって展開された、原点というべき運動だと思いますが、品質という点では、どうなのでしょう。界面活性剤を使わないことで、洗浄力や使い心地に違いはあるのでしょうか。

**【生活クラブ】** 例えば、洗濯せっけんの初期に販売されたものは溶けにくかったのですが、顆粒状にして中に空気が入るような成型方法（造粒方法）によって、使いやすく改良していきました。また、去年から洗濯用せっけんの3品目で原料の一部が海外産パーム油から国内産の廃食用からリサイクルした油に変わりました。

## 化学物質がもたらす弊害への対応

——現在、香害や化学物質過敏症、アレルギーなど、日常のなかで避けることの難しい化学物質が原因で苦しんでいる人々がいますが、生活クラブでは、こうした観点にも意識を向けて消費材<sup>1)</sup>の開発に活かしておられるのでしょうか。

**【生活クラブ】** 「持続可能な生産と消費<sup>2)</sup>」推進制度のもとで策定された自主基準には、生活用品について香料不使用を推奨する項目が複数あります。できるだけ合成香料を使用しないことや、香料を使用しても

中身を開示できるような香料を選ぶことを推奨しています。したがって、せっけんも香料は添加していますが、中身が開示できる香料や、香りの強過ぎないものを使用するようにしています。もちろん全てを天然でまかなえるわけではないですが、化粧品であれば、基剤臭といって原料の持っている独特の化学物質の臭いをマスキングするために、できるだけ天然香料を使用するようにしています。

——どうしても使う必要がある場合は、合成香料も使用するということですね。

**【生活クラブ】** そうですね。あとは無添加のものを選べるようにしています。無添加粒状せっけんのほうは香料を使っていません。ただ、香料を使用していない場合、例えば、衣替えして久しぶりに着ようとしたときの酸化臭を解決するにはひと手間（再度洗濯）が必要です。

——その意味では、化学物質の利便性とのバランスを考えてしまいますね。手間がかからない代わりに、化学物質が多く含まれているものを選ぶのか、少し手間をかけても可能な限り含まれていないものを選ぶのか。とても難しい問題だと思っています。組合員さんは合成洗剤を使わないことで生じる手間について、色々と工夫はされていると思いますが、どのように考えているんですか。

**【生活クラブ】** 納得され折り合いをつけて使っているのかなという印象です。会員生協の機関紙において、せっけんの使い方のコツが特集されることがありました。臭いが気になる場合は、エッセンシャルオイルや白いせっけんカスにはクエン酸を活用す

るとというのが、組合員のなかで語られています。

## 誰もが安心して使える 化粧品づくり

——化学物質の塊の代表格といえば、化粧品だと思えますが、生活クラブでは化粧品に使用される物質についてどのような工夫をされているのでしょうか。

**【生活クラブ】**生活クラブの基礎化粧品は、自社生産できている生産者3社と一緒に作っています。ハイム化粧品(株)、(株)ジャパンビューティープロダクツ、エコーレア(株)という会社です。エコーレアはせっけんの生産者の関連会社で、化粧品の販売部門です。ハイム化粧品は、昔から原料の全開示を行っています。生活クラブの基礎化粧品やメイク品も、成分の開示はもちろんのこと、配合割合まで生活クラブに対して開示してくれるんです。化粧品って、あまり見せたくないノウハウの部分があるので、そういった開示はしないのですが、できるだけ開示をしてくれるという姿勢にひかれて提携しています。

食品添加物の場合は、使っていい食品添加物リストを用いて、安全性をコントロールしていますが、化粧品の場合は、使ってはいけない原材料一覧に留まっているのが現状です。ハイム化粧品が当時使用していなかった原料と、過去に皮膚トラブルが発生したことで旧薬事法が禁止している原料をリスト化して、化粧品を開発しています。増え続けている原料の更新が追いついていないのですが、できるだけ安全なものを選ぶ心がけはしています。例えば、組合員から皮膚トラブルの相談があれば、どうい

ものを使っているか配合割合まで開示できますし、どこでどのように作られたのかトレースができますので、問題が生じたときの対策はしています。

## 生産者とともに歩む

——最近では営利企業でも、むやみやたらと化学物質を使用することは止めていこうとする動きはあると思いますが、化学物質の使用を削減する活動において、生活クラブとしての独自性はこういった点にあるか教えてください。

**【生活クラブ】**生活クラブの自主基準では人畜共通の抗菌剤は、耐性菌の問題がありますから、なるべく使わないようにしています。現在では、法律でも禁止されるようになりましたが、政府の基準が後から追いついてきたという感じですね。私たちが政府より先に取り組んでいたということですね。

——法的規制や政府からの指示を待つのではなく、問題があると判断されることには自ら率先して取り組んできたことは、生活クラブの実践の特徴ですね。

**【生活クラブ】**基本的に生活クラブは化学物質だから全部ダメだという立場ではないです。環境ホルモンへの対応の際も、一気に提携を停止するのではなく、生産者に働きかけて食べながら使いながら変えていくというのが基本的な立場です。

昔の言葉を使って、生活クラブは「素性」を確かめるという表現をしています。つまり、わかって食べるということです。化学物質を使っているからダメなのではなく、どういう化学物質が使われていて、何のた



めに使われているのか、それを代替することができるのか否かを考え、できなければ使わざるを得ないし、代替可能であれば使わないという結論に至ります。

東京電力の原発事故による放射能汚染が問題になったとき、もう一切食べたくないという人もいましたが、生活クラブではわかったうえで食べることをします。なぜなら、生産者も被害者ですから、一切食べなくなってしまうたら、生産者は続けていけなくなります。ただし、わかって食べるためには、放射能レベルをきちんと測定して、何ベクレル含まれているかをわかったうえで食べようという取り組みを組合員とともに実践してきました。それが生活クラブの化学物質に対する基本的な考え方と同じだと思います。

## 消費者としての責任

——自主基準の策定にあたって、色々な専門家の意見を聞いたり、専門知を根拠にしたりしているのでしょうか。

**【生活クラブ】** 特定の物質を使用しないと決める際には、色々と情報収集します。日本は化学物質に対する規制が緩いので、日本の情報はあまり参考にならないんですよ。むしろEUの状況が一番参考になります。ビスフェノールAについてはアメリカを含め世界的に規制されていますが、環境ホルモン系はEUの規制が厳格です。

3、40年以上前になりますが、三重大大学の坂下栄先生は合成洗剤研究の第一人者で、生活クラブの検査室長になっていただきました。また、生活クラブの職員が講師として組合員に対して説明をする、せっけんに関する学習会もたくさん開かれています。

した。それぞれの会員生協では専門家を呼んで勉強会を実施していますね。

——現在の法律や制度にはまだまだ改善していく余地はありますが、消費者が力を合わせて声をあげていけばよい方向に変わっていく可能性はあるように思っています。生活クラブは、政府への提言や他の消費者団体との連携など社会的な働きかけはしているのでしょうか。

**【生活クラブ】** GM対策や放射能に反対する署名活動、政府への提言はしていますし、最近ではALPS処理水に対して意見を出しました。ただ、消費者が声をあげれば、物事が改善するかというと、それは難しい部分があるように感じます。1960、70年代の公害の場合、明らかに加害者と被害者がはっきりしていたので、消費者が声をあげやすかったし、それが社会の変化に大きな影響を与えたと思います。しかし、今は被害者と加害者がわかりにくくなっている面があります。例えば香害だと、合成香料をたくさん使った柔軟剤を使用している消費者が加害者にもなっていますよね。かつてほど社会の構図が単純ではなくなってきているので、消費者が声をあげようとしてもそれをまとめていくのがとても大変になってきているのかなとは思っています。

——最後に、より多くの消費者が自覚的になっていくために、協同組合はどのような役割を果たしていけるとお考えか教えてください。

**【生活クラブ】** 組合員は、転勤や引越してどんどん入れ替わっていくのですが、協同組合を通じて色々なことを学んでもらって、生協を離れても基本的な考え方やもの

の見方を持ちながら生活してもらえればと。生協は教育機能を持っていると思うんですよね。厳しい時代ですが、生協は誰一人取り残さないという理念をずっと掲げていて、それは今の SDGs にもつながっていることです。

また、自分たちでどういうものが欲しいのか、わかりやすい基準を作成して、消費者と生産者が一緒に力を合わせて取り組んでいければ、もっと様々なことが実現できるのではないかと考えています。

## おわりに

化学物質はあまりに私たちの生活に氾濫しすぎているため、それらをうまく避けながら生活することは不可能だと思われがちだ。しかし、このたびの取材から明らかになったことは、生活クラブは有害な化学物質を可能な限り避けながら、現実主義的で持続可能な仕方で化学物質とつき合ってきたことである。それは、消費者の組織でありながら、生産者とともに歩んできたこと、すなわち「誰一人取り残さない」という理念の実践である。これこそまぎれもなく生協の原点なのではないだろうか。

### <謝辞>

このたびの取材に快く応じてくださった、沼尾氏、三木氏、山本氏には心より御礼申し上げます。

## 特集 生活の中の化学物質を問う

04

PFOS、PFOAなど  
有機フッ素化合物に関する課題

橋本 淳司（水ジャーナリスト・武蔵野大学客員教授）



橋本 淳司 氏

PFOS、PFOA とは何か、  
どのように使用されているか

近年、河川、地下水、土壌などの環境中からPFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）、PFOA（ペルフルオロオクタン酸）などの有機フッ素化合物が検出され、懸念が広がっている。環境省が2019～2021年度に延べ1477地点の水質（公共用水域、地下水）の調査を行ったところ、139地点から暫定目標値を上回る濃度のPFOSとPFOAが検出された。一方、東京・多摩地域や沖縄県などでは、市民団体が地域住民に血液検査を実施し、血中からPFOSとPFOAが検出されるなど、人体への蓄積も懸念されている。検出された地域の自治体や地元住民からは、健康に対する不安などから規制の強化などを求める声も上がる。さらにPFOSやPFOA以外のPFAS全般についても、各国で管理のあり方が議論されている。現状を整理し、課題や対応策について考えていきたい。

有機フッ素化合物のうち、ペルフルオロアルキル化合物、ポリフルオロアルキル化合物を総称してPFASと呼ぶ。OECDの報告（2018年）では約4700物質が特定されていたが、2021年に定義が「完全にフッ素化されたメチル又はメチレン炭素原子を少なくとも1つを含むフッ素化物質」と改訂され、1万種以上の化学物質がリストアップされている。

PFASは、1950年ごろ、人工的に開発された。水や油をはじき、熱、薬品に強く、光を吸収しないという性質を持ち、20世紀半ばから世界中で多くの製品に使用されてきた。なかでもPFOSは半導体用のレジスト、金属メッキ処理剤、泡消火薬剤などに、PFOAはフッ素ポリマー加工助剤、界面活性剤などに使用されてきた。

## PFOS、PFOA の規制

一方で、難分解性、高蓄積性、長距離移動性という性質があるため、現時点では北極圏なども含め世界中に広く残留している。そして環境への排出が継続する場合には、分解が遅いために地球規模で蓄積され、環境や食物連鎖を通じて人の健康や動植物の生息・生育に影響を及ぼす可能性が指摘されている。

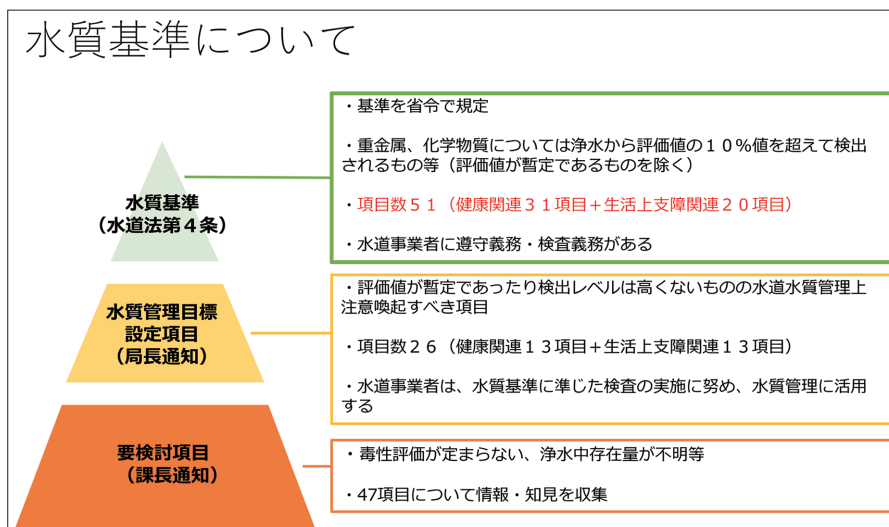
アメリカのデュポン社は 1995 年ごろから、自社の製品に使う PFAS について研究報告を行っており、労働者の血中に PFAS が高濃度で検出されることが分かってきた。日本では、小泉昭夫京都大学名誉教授が各地の河川で PFOS の濃度を調査し、2003 年に論文で発表している。東京多摩地域の濃度が高く、PFOS が米軍が航空機火災に備え、全国に配備した泡消火剤に含まれることから、汚染源として近隣の横田基地が考えられた。小泉教授は 2019 年に沖縄の普天間飛行場に近い宜野湾市と、そこから遠く離れた南城市の住民の血中濃度を比較した。すると南城市の平均が

血液 1 mL 中 6.6ng だったのに対し、宜野湾市は 13.9ng だった。

PFOS は、2009 年 5 月、POPs 条約（残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約）で使用制限の対象物質に登録された。国内では化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）の第 1 種特定化学物質（難分解性、高蓄積性及び長期毒性又は高次捕食動物への慢性毒性を有する化学物質）に指定され、2010 年 4 月以降は特定の用途を除き、製造・輸入・使用等が禁止されている。PFOA についても、2019 年の POPs 条約で、特定の用途を除き廃絶することが決定され、2021 年に化審法の第 1 種特定化学物質に指定された。PFOS や PFOA の代替物質である PFHxS（ペルフルオロヘキサンスルホン酸）についても同様の措置が取られている。

## 日本の水質基準、環境基準

さらに各国で水中の基準値が設定される動きがあり、これに呼応して日本でも検討



「水質基準について」厚生労働省 HP

が進んでいる。水道水は、水質基準というルールがあり、水道法により水道事業者などには検査の責任が課せられている。水質基準だけでなく、水質管理に留意すべき項目を「水質管理目標設定項目」、毒性が評価しきれない物質や水道水中での検出が不透明な項目を「要検討項目」として位置づけ、必要な情報や知見の収集が行われている。水質基準、水質管理目標設定項目、要検討項目の関係はP58図のようにまとめられている。

厚生労働省は2020年4月に、PFOS、PFOAを水質管理目標設定項目に位置づけ、暫定目標値をPFOSとPFOAの合計で50ng/L以下（ng/Lは、水1リットルあたり10億分の1グラムの物質が溶解している）と設定した。その後、環境省も同

じくPFOSとPFOAの水中濃度について、環境基準の要監視項目として、50ng/L以下と指針を示した。環境基準について要監視項目の暫定指針値として同じく50ng/Lと設定した。さらに2021年4月にはPFHxSも水道水の要検討項目として、新たに追加された。

一般的な有害性評価では、動物実験から得られた無影響用量（NOAEL）を、不確実係数（UF、通常は種差10×個体差10=100）で割り、耐容1日摂取量（TDI）とする。計算式は、

$$\text{TDI (ng/kg/day)} \times \text{体重 (kg)} \times \text{寄与率} / \text{水の摂取量 (L/day)} = \text{基準値 ng/L}$$

で、たとえば体重50kgの人が1日に水道水から摂取する水が2Lで、その水から

諸外国におけるPFOS、PFOAの飲料水の目標値

	設定年	PFOS	PFOA	備考	毒性評価
カナダ（カナダ保健省）	2018	600ng/L	200ng/L		動物実験からPFOSの耐容1日摂取量（Tolerable Daily Intake: TDI）を60ng/kg体重/日、PFOAのTDIを21ng/kg体重/日とし、これと体重70kg、飲料水の割当率20%、1日当たり摂取量1.5Lから、PFOSは600ng/L、PFOAは200ng/Lと計算。
オーストラリア（オーストラリア・ニュージーランド食品基準機構）	2017	70ng/L	560ng/L	PFOSはPFHxSとの合計	動物実験からPFOSのTDIを20ng/kg体重/日、PFOAのTDIを160ng/kg体重/日とし、PFHxSについては、TDIを設定するには不十分であったものの、PFHxSにPFOSと同一のTDIを仮定し、リスク評価の際にはこれら2つの物質の濃度を足し合わせることを推奨。これと体重70kg、飲料水の割当率10%、1日当たり摂取量2Lから、PFOS/PFHxSは70ng/L、PFOAは560ng/Lと計算。
米国（環境保護庁/EPA）	2016	70ng/L	70ng/L	PFOS,PFOAの合計	動物実験から、PFOS、PFOAともに参照用量として0.00002mg/kg/日が示されている。これと、一日当たり摂取量0.054L/kg-日、飲料水の割当率20%から、70ng/Lと計算される。飲料水中にPFOA及びPFOSの両方が認められる場合、PFOA及びPFOSの総濃度を70ng/Lと比較するべきとしている
デンマーク	2015	100ng/L	300ng/L		
イタリア	2015		500ng/L		
スウェーデン	2014	90ng/L	90ng/L	PFOS,PFOAを含む11物質の合計	
オランダ	2011	530ng/L			
英国	2010	300ng/L	10000ng/L		
ドイツ	2006	300ng/L	300ng/L		

「水質基準等の改正方針について（案）」（厚生労働省／<https://www.mhlw.go.jp/content/10901000/000597714.pdf>）より作成

の PFOS と PFOA の曝露が全体の 10% だと仮定すると以下ようになる。

$$20 \text{ (ng/kg/day)} \times 50 \text{ (kg)} \times 0.1 / 2 \text{ (L/day)} = 50 \text{ ng/L}$$

この時点では日本の 50ng/L が最も低い設定だった。

## 世界各地で基準値が厳しく

しかし、その後、各国の基準は一段と厳しくなった。米国の飲料水の基準値は PFOS、PFOA の合算で 70ng/L だったが、2022 年 6 月に「暫定健康勧告」として PFOS で 0.02ng/L、PFOA で 0.004ng/L と提案された（規制値ではない）。その理由は、有害性評価を見直したことにある。新たな影響として「免疫力」に注目した。疫学調査による血中の PFOS 濃度が高いほど、①子供にジフテリアワクチンを打った際の抗体の増加量が少ない、②子供に破傷風ワクチンを打った際の抗体の増加量が少ないという結果が注目された。ところが、2023 年 3 月には第 1 種飲料水規則案の規制値として PFOS、PFOA それぞれ 4ng/L が提案された。これは、本来はもっと厳しい基準を設けたかったが、濃度を正確に測定するのが難しいため、現実的な限界として 4ng/L が基準となった。

そのほかの国々でも厳しい基準値が出された。デンマークは、2021 年 6 月に、PFOA、PFOS、PFNA、PFHxS の 4 物質の合算の基準値として 2ng/L 以下が公表され、すでに 2022 年 2 月 23 日から適用されている。同様に、スウェーデンは、2026 年 1 月 1 日から適用される PFAS4 (PFOA、PFOS、PFNA、PFHxS) の 4 物質の合算

の基準値として 4ng/L が公表された。

厳しい国がある一方で、ニュージーランドは 2022 年に PFOS および PFHxS は 70ng/L、PFOA は 560ng/L としており、国によって基準値はまちまちだ。

## WHO の水質ガイドライン

では、WHO はどうか。WHO は各国が飲料水の安全基準を策定する際の基礎資料を 1984 年から提供している。2022 年 9 月、WHO は水質ガイドライン作成のための背景文書「飲料水中の PFOS 及び PFOA」のパブリックレビュー版を公表し、暫定のガイドライン値として PFOS、PFOA それぞれ 100ng/L を提案している。同文書のなかでは PFOS および PFOA の高い曝露が報告されているもの、人間への健康影響を評価するのが難しいとしている。ワクチン接種後の抗体価減少は確認されているが、感染の割合の上昇との関連性は不確かであり、臨床的な意味合いも明確でないとして、判定するにはさらなる研究が必要としている。また、動物実験は通常、ヒトのデータが不足している場合に使用されるが、PFOS および PFOA のヒトへの健康影響を評価するための動物実験には不確実性があるとしている。

科学的な知見が日々進化しているため、現実的な解決策としては暫定ガイドライン値を提案することが重要とし、現状の水中濃度が高くても 1000ng/L 程度であること、浄水処理技術で 90% 以上を取り除けること、現在の各国の基準値が 100ng/L 前後であることなどを総合的に判断して 100ng/L という数字になったと見られる。

2023 年 12 月になって WHO 傘下の国際ガン研究機関は PFOS、PFOA の発がん

性に対する評価を引き上げた。PFOA を4段階中最も高い「発がん性がある」グループに、PFOSを下から2番目の「可能性がある」グループにそれぞれ分類した。PFOAと同じ分類にはアスベストやたばこの煙などが含まれる。今後のガイドラインの変更も考えられる。

## PFOS、PFOA 対策について考えること

### ① どんなリスクに対しどれだけ守るか

人についてコレステロール値の上昇、発がん、免疫系等との関連が報告されているが、どの程度の量が身体に入ると影響が出るかについては確定的な知見はない。最新の科学的知見に基づき、暫定目標値の取扱いを慎重に決める必要がある。この決め方によって後述するモニタリングや浄水コストに影響が出る。

### ② PFOS、PFOA の増減をどう考えるか

PFOS、PFOA はすでに世界中で製造が禁止されており、規制措置が終了している。この点に着目すると、これ以上濃度や摂取量が増えることはないとも考えられる。環境省は自治体と連携して2009年以降、同一の測定点において水質（河川等の公共用水域）、底質、生物及び大気中のPFOS、PFOAの環境中の濃度を測定しているが、全体的な傾向として、水質、底質及び大気については、経年的な濃度の減少傾向だ。また、生物については、おおむね検出率が経年的に減少していることが統計的に有意と判定され、一般環境中におけるPFOS、PFOA濃度の減少傾向が示唆されている。その一方で、環境中で分解されないことから過去に不当に埋設されたり、処理されたりしたPFOS、PFOAが環境に影響を与え

る可能性はある。吉備中央町にある円城浄水場が取水していた河平ダムやダムに流れ込む川や沢の上流部では、PFOS、PFOAの合計値が暫定目標値を大幅に超過した。さらに、浄水場に流れ込む川の上流付近に置かれていた使用済み活性炭から、新たに450万ngを検出したと発表した。検出した活性炭は梱包されず野ざらしになっていた。

### ③ 水質規制強化ではリスクは減らせない

水質だけではなく環境中や土壌中のPFOS、PFOAについても考える必要がある。基準値の根拠では、飲み水からの寄与率は10%という仮定が入っており、90%は大気や食品から取り込まれる。

### ④ 対策した場合の影響

WHOは対策として、モニタリングとその公表、浄水処理などを求めているが、いずれもコストを伴う。誰がいつ排出したかが特定できないケースもあり、この費用を誰がどのように負担するか議論が必要だ。米国環境保護庁（EPA）は、飲料水中18種のPFASを分析する方法として2018年にEPA method 537.1を開発し公開しており、2019年には飲用水中の化合物リストを25種としたEPA method 533を発表した。2023～2025年には全米で飲用水中の29種のPFASの実態調査を予定しており、その分析方法としてEPA method 533およびEPA method 537.1が使用される予定だ。分析の技術は著しく進歩しているが、その一方で分析にはコストがかかることをWHOは指摘している。

浄水方法について、WHOは「凝集沈殿ろ過、オゾン処理、消毒処理のような共通して使われている浄水プロセスではPFAS除去は効果的でない」としている。それは浄水処理に変更や追加的な処理の必要性を意味し、WHOは「高圧膜処理、活性炭吸

着やイオン交換で 90% 以上の除去が可能」としている。

膜のなかでも期待されているのが、逆浸透（以下 RO = Reverse Osmosis）膜による分離だ。RO 膜は原子力潜水艦の中での飲料水確保、スペースシャトルで生活排水をリサイクルして飲み水にする場合などにも活用されている。浄水処理のほか、半導体や液晶ディスプレイなど電子部品の製造に使う超純水や、下水の再生利用にも使用される。RO 膜の穴は 1 nm ほどの粒子も通さない。ふつう水分子は、溶液の濃度の薄いほうから濃いほうへ移動するが、この膜で双方を隔てて濃いほうに高圧をかけると、水分子だけが薄いほうに移動する。海の水を真水に変える技術にも使用され、このしくみによって海水に含まれるナトリウムやカルシウムなどの金属イオン、塩素や硫酸などの陰イオンなどを分離する。現在 RO 膜を利用したプラントで生成される水は、全世界で 1 日 6550 万トンに達し、海水淡水化の 69% を占めるまでになった。だが、2 つの課題がある。1 つはエネルギー使用量が大きいこと。

もう 1 つはブラインの問題だ。海の水から淡水を除くと濃い海水（ブライン）が残る。国連の報告書によると、淡水 1 リットルをつくったときのブラインの発生量は平均 1.5 リットルと推定される。

PFAS の処理においても同じ課題が残る。高圧膜処理にはかなりのエネルギーと水が必要になる。100 の水があった場合、膜処理後の水は 80 ~ 85 に減り、PFAS を含んだ 15 ~ 20 の濃縮水が発生する。濃縮水はさらなる処理が必要で費用がかかり、廃棄は難しい。沖縄県では予防原則に基づき県民の安心・安全のため、高機能活性炭浄水処理を行うが、北谷浄水場では年間 4 億円の費用がかかっている。規制が強化

された場合、現在よりも高精度の水処理技術が必要になる。

## 地下水マネジメントと PFOS、PFOA

東京多摩地域で市民団体と京都大の研究室が 2023 年 12 月 1 日、地下水などに含まれる PFAS の独自調査の結果を発表した。その結果、暫定指針値の 62 倍を検出した。地下水から PFOS、PFOA が検出された地域では、地下水盆全体のマネジメントを行う必要がある。まず、既存の井戸データを組み合わせ、おおまかに地下水の流動を把握する必要があるだろう。地下水の流動を明らかにする方法は主に 3 つある。

- ① 既存の井戸やピエゾメーターを用いて、地下水のポテンシャル分布を直接観測する
- ② 安定同位体、水温、水質などを追跡して地下水の流れを推定する
- ③ 数値シミュレーションによって地下水の流動方程式を境界値問題として解き、地下水のポテンシャル分布を得る

これらの方法を併用し、結果を相互にクロスチェックすることにより、正確な地下水の流動を把握することができる。

もちろん地下水は同一自治体内に止まるわけではない。地下水の流れの上流部で大量にくみ上げられれば地下水は減るし、上流の土壌が汚染されれば流れてくる水は汚染される。地下水がどこをどのように流れるかということと、地下水汚染には重要な関係がある。

地下水は地表水に比べて賦存量が多く、安定した水源であるが、地表からの汚染物質の侵入に対しては極めて弱い。浅い所を流れる地下水は土壌汚染の影響を受けやす



いが、対策すれば回復も早い。深い所を流れる地下水は土壤汚染の影響を受けにくい、ひとたび汚染されると回復はむずかしい。

また地下水の流れる速度も把握できる。代表的な方法は、水温、安定同位体、放射性同位体、不活性ガスなどを追跡することである。ある観測ポイントで地下水の温度や水質を常時測定しておき、その上流部に温度や水質の著しく異なる水を浸透させ、異なる水が観測ポイントまで到達する時間を計る方法だ。こうすることで地下水の源となる雨が、地下水面まで到達し、そこから帯水層を流れて、ある時点で到達するまでの時間を把握することができる。地下水は「ゆっくり流れる」というイメージがあるが、実際には、地質条件や地下水の量によって変わる。日本は降水量が多く、地形が急勾配であるため、相対的に地下水の流速も早い。

こうすることで、あるポイントで発生した土壤汚染が、どのように地下水に影響を与えるのかがわかる。汚染物質がどのように地下を流れていくか、その速度はどのくらいかがわかる。地下水の流れる速度から逆算すれば、土壤汚染がはじまった時期がおおまかにわかる。

熊本市では近年、水道水の原水となる地下水のなかに、硝酸・亜硝酸性窒素が増加したことが問題になっている。地下水の流動や速度を解析したところ、熊本市の北東にある別の自治体の農地で過剰に用いた窒素肥料や畜産の排水が地下水に影響を与えたことがわかった。さらにそれが20数年前のものであることも推定できた。整理すると1990年代に大量の肥料や畜産の排水が農地にまかれた。それが土壤に浸透し、地下の帯水層にたどりつき、帯水層を流れ、熊本市の井戸に到達するまでに20数年か

かったことがわかっている。

地下水の問題は点（自分がくみあげる井戸の水量や水質）で考えるべきではない。地下水が時空を超えることを念頭におき、地下水盆の問題として考えるべきだ。地下水がどこをどのように流れるか、どのくらいのスピードで流れていくかを把握し、それを「見える化」する。そのうえで汚染の問題に対処すべきだ。地下水の流動を細かく調べていけば、どの地点の土壤汚染が原因かがわかるだろう。

## PFAS 全体の規制動向

現在、各国の規制はPFOS、PFOAからそれ以外のPFAS全体に広がっている。特に欧州では予防原則による（リスク評価を伴わない）PFAS排除の動きが進んでいる。

欧州のPFAS制限案は、2023年1月にデンマーク、ドイツ、オランダ、スウェーデン、ノルウェーの5カ国が規制の意思登録を欧州化学品庁（ECHA）に提出し、これを受けECHAが3月に最終版の制限提案を公開した。その内容は、OECDの新しい定義を満たす10000種類以上のPFASについて原則一律に製造、使用、販売を禁止するというものだ。欧州委員会が2025年に採択し、議会および理事会の承認を受けると、早ければ2026年後半に規制案が採択される。その後18か月の移行期間を経て、猶予期間が設けられた製品を除き規制が始まる。

2023年9月25日までに行われたパブリックコメントの締め切りでは、最終的な提出件数が50か国から5,642件に上った。国別では、ドイツが1228件で最も多く、次いで日本が924件という結果になった。提出されたパブコメに共通するのは、個別

の物質のリスク (有害性×暴露量) が確認されないまま、難分解性を持つという一点のみで全ての PFAS を規制しようとすることへの懸念だ。

PFAS はリスクの観点から①ペルフルオロアルキル化合物 (以下、ペルフルオロ)、②ポリフルオロアルキル化合物 (以下、ポリフルオロ)、③フッ素樹脂に分類できる。リスクが最も高いのは①ペルフルオロで、PFOS や PFOA もこのグループに含まれる。これらは水に溶けやすい。PFOS や PFOA 以外にも、PFHxS や PFCA、PFNA などリスクが高いので禁止が検討されている。②ポリフルオロに含まれるフルオロテロマーというグループは PFOS、PFOA などより高分子で、環境中で分解してペルフルオロに変化することが指摘されている。ポリフルオロ自体に問題があるというよりは分解物が問題となる。

③フッ素樹脂はフライパンのコーティングなどでよく使われている。これらは分解してペルフルオロやポリフルオロに変化することはない。環境中での難分解性はあるものの、そのままでは有害な性質を持っていないが、OECD の定義によると PFAS に含まれるため、禁止措置がとられようとしている。通常はリスク評価を行い、リスクの懸念のある場合にその物質を規制するが、PFAS の場合はリスク評価のプロセスが省かれ、しかも 10000 種類を超える物質群として例外なく禁止措置がとられる可能性がある。フッ素樹脂は、熱や紫外線に強く、耐熱性、耐候性、耐薬品性があり、水も油もはじく性質で、撥水撥油性と滑り性があり、電気を通さない絶縁性も備える。これらの性質により、自動車エンジン部品や消防活動の保護具、化学プラント、半導体製造などで活用されている。特に、建築資材や屋根、太陽光パネルなどの製品では、

太陽光 (紫外線) から守るコーティングに最適な素材とされている。医療分野でも手術着や医療器具に使われ、滑らかな操作感のあるスマホやタブレットのタッチパネルにも利用されている。懸念のある物質と無害な物質が同じくくりで規制されると有用な材料も失われる可能性があり、それでいいのかを考える必要はあるだろう。

いずれにしても知見を集めることが急務だ。2024 年度には厚生労働省から水道行政の国土交通省、環境省に移管される。国交省は水道事業に関する基本方針の策定や事業の認可、老朽化対策、耐震化などの施設整備や経営、災害時の復旧支援、渇水対応など、環境省は水質・衛生に関する業務を行う。そもそも、なぜ水道事業を厚労省が管轄していたかといえば、水道と健康が密接なものだから。戦後に施行された日本国憲法には、「すべて国民は、健康で文化的な最低限度の生活を営む権利を有する」「国は (中略) 公衆衛生の向上及び増進に努めなければならない」(第 25 条) と明記されている。

この理念の基に 1957 年に「水道法」が制定され、全国の水道が急速に布設・拡張され、これを厚生省 (当時) が担当した。1950 年に 26.2% だった水道普及率は、高度経済成長期に飛躍的な拡張をとげ、現在では 98.2% (2021 年末) に達している。水道普及とともに水系消化器系伝染病の患者数は激減している。「水道と健康」の関係は水道事業の一丁目一番地であることは変わらない。環境省は本格的な研究を進め、健康影響を未然に防ぐ対策を講じる必要がある。

## くらしと協同をたずねて

## 本みりんの歴史と伝統を未来へ繋ぐ このえみりん 一九重味淋株式会社の取り組み

青木 美紗 (奈良女子大学 准教授)

### はじめに

肉じゃがや煮物など和食には欠かせない調味料の一つにみりんがある。しかし、身近でありながらも、その原料や歴史、製造方法、「本みりん」と「みりん風調味料」の違いなど、奥深さを知るきっかけは意外と少ないかもしれない。

今回は創業以来250余年の歴史を持ち、本みりんでは名の知れた三河みりんの発祥の蔵である、九重味淋株式会社（以下、九重味淋）を紹介したい。安価な商品が出回ると同時に、原料調達も困難になる可能性がある中、伝統的な製造方法と「本みりん」の味を守り、未来にもその伝統と味を繋げようと、新たな挑戦にも取り組まれている。

九重味淋では、工場見学や貴重な資料を見せていただくことができ、蒸したもち米の香に包まれる温かさも感じるができる。みりんという調味料の奥深さと、伝統的な食を守るための努力や工夫を多くの人に知ってもらおうきっかけになれば幸いである。

### みりんの歴史と製造方法

みりんは甘い調味料として普及しているが、甘さだけでなく艶出し、素材の生臭さを抑え、煮崩れを防ぐという特徴ももっている。料理に使用される前は、「美淋酎」という、女性やお酒を飲めない人が飲むお

酒として普及したということが、九重味淋が保存している資料にも記載されている。調味料として使用されるようになったのは、食文化が栄えた江戸時代になってからであり、江戸の街中で、鰻の蒲焼き、江戸前寿司、そばの屋台などの食材の味付けに用いられた。当時は砂糖が貴重で高価であったため、その代替として、日本国内で製造できるみりんが使用されるようになったそうだ。

愛知県の三河地域でみりん生産が発展した理由に、温暖な気候に加えて、地域内で良質な米や焼酎を入手できたこと、また水運を利用して原料を仕入れることができ、さらには製品を江戸まで運搬できたことなどの条件が整っていた背景があるという。資料館として公開されている「九重みりん時代館」（以下、時代館）に展示されている、江戸時代の三河地域の地図がその条件と歴史を語ってくれていた（写真1）。この地域で生産されるみりんの総称を三河みりんといい、「お酒は灘、みりんは三河のものを」



写真1 江戸時代に作られた三河地域の地図

と高く評価されるようになったという。

みりんの中でも「本格みりん」と言われる食品添加物や糖類を使用していないみりんの原料は、もち米、米麴、そして米焼酎の3つである。すなわち米が醸し出す調味料であると言える。

本みりんの製造方法は、まずもち米を蒸して、米麴と混ぜ合わせ、さらに米焼酎を混ぜる。すると「もろみ」ができ、これを約2か月間「糖化熟成」させる。そして压榨し、「みりん粕」と「みりん」に分離され、みりんはさらに1年以上「貯蔵熟成」という工程に入る。貯蔵熟成の期間が長くなるほど、まるやかな香りになっていく。このように1年半以上かけて、本みりんは製造される。

## 九重味淋の歴史

九重味淋は、安永元年（1772年）に三河國大濱村（現在の愛知県碧南市）で、石川八郎右衛門信敦（石川家第二十二世）が創業した、三河みりん発祥の醸造元である。現在も、本社と製造工場は愛知県碧南市に位置し、300年以上前に建てられた「大蔵」が堂々と構えており（写真2）、みりんの貯蔵熟成のために使用されている。この大蔵は、名古屋市緑区にあった酒蔵から購入し、分解して碧南まで運んだそうである。



写真2 九重味淋の大蔵

かつては製造場として活用されていた。目の前が海になっていたため、海に浸かっていた部分の石は黒く変色し残っている。大蔵には地面付近に窓が付けられているのだが、海が目の前にあったころは、その窓から製造したみりんを船に積んでいたそうだ。

江戸を中心とした国内での販売だけでなく、1910年前後に欧米諸国にも積極的に輸出しており、その品質が高く評価され様々な賞を受賞していた様子を時代館で見ることができる（写真3）。世界各国で開催された万国博覧会でも紹介されていたそうで、その証も時代館に展示されている。



写真3 欧米諸国に輸出していた証

海外だけでなく、日本においても、大正時代終わりごろから昭和時代初期まで実施されていた、全国酒類品評会において、名誉大賞を受賞している。名誉大賞は優等賞という賞を9回受賞して授与される賞だったようで、名誉大賞を受賞したのは九重味淋だけだったそうだ。

## 九重味淋の理念と商品

販売されている商品は、厳選した原料を使用し、食品添加物を極力使用していないものが並んでいた。食を大事にしたいという代表の考え方も大きく関与しているという。

看板商品は、貯蔵熟成期間が1年の「本みりん九重櫻」（ここのえさくら）である。それ以外にも、「三年熟成本みりん御所櫻」や、三河産の原料で貯蔵熟成を1年半かけて製造した「純三河本みりん」があり、海外原料の商品も生産している（写真4）。



写真4 主な商品（敷地内直売店で試飲できる）

本みりん以外の商品も豊富である。たとえば、厳選されたコーヒー、ほうじ茶、紅茶を本みりに漬け込んで造ったお酒、米リキュールの美淋耐もあり手軽にみりんを楽しむことができる商品がある。酒類以外にも、つゆやだしなどの調味料、みりんを使用したお惣菜やお弁当、バームクーヘンや芋けんぴといった菓子類なども展開している。

さらに、碧南市にある工場では、みりん製造の工場の一部、時代館での資料の見学ができるほか、古民家を改装したレストラン&カフェアーン（K庵）が併設されており、九重味淋のみりんや惣菜を使用したランチ、みりんを使ったソフトクリームや季節のデザートも楽しむことができる（写真5）。

一般市民に蔵のことやみりんのことをより知ってもらうために、「蔵開き」というイベントも年に一回開催している。九重味淋の商品を試すことができるだけでなく、みりん職人体験やみりんガチャというような企画が展開され、子どもから大人まで楽しめるイベントとなっている。

メニュー開発やイベント企画は若手社員



写真5 K庵でのランチ

が携わることが多く、若い社員の感性を大事にする社風も感じることができた。より多くの人にみりんを身近に親しんでもらいたい、そのような想いを大事にされている様子が見えがえる。

## 九重味淋の製造方法 ：「歴史が仕事をしている」

早くから世界でも高く評価されてきた九重味淋の製造方法はどのようなものか紹介したい。原料である米は、JA や近隣の製粉会社から、焼酎は中国地方や九州地方の蔵元から仕入れている。月曜日から水曜日にかけて米麴をつくり、水曜日・木曜日・金曜日に毎日2,400kgのもち米を蒸して仕込み作業をしている（写真6）。2,400kgのもち米から約4,000ℓのもろみが出来、もろみを搾ると3,000ℓのみりんが出来上がるそうだ。



写真6 仕込み作業の様子

仕込みの後、もろみは大きなタンクに移動される(写真7)。そして1タンク当たり30～40分程度、職人が上下を入れ替える感じで混ぜる作業をする。最初はこまめに混ぜ合わせ、2か月後は1週間に1回程度の作業になるそうだ。この作業は、タンクごとにそれぞれ、もろみの性格が異なることから、長年の勘と技術が必要になるため、手作業である。



写真7 もろみが入ったタンク

もろみを搾りみりん粕とみりに分離する作業では、もろみを袋に丁寧に詰めていき、その袋を昔ながらの佐瀬式压榨機(ふね)に並べ、徐々に圧力をかけていきながら約2日間かけて搾る(写真8)。多くのみりん蔵では、時間効率性を重視し、アコーディオンのような「ヤブタ式」という方法で压榨するのだが、九重味淋では時間をかけて压榨することで味を守り抜いている。

そして压榨後に日本酒でいう「酒粕」がみりんの場合は「みりん粕」として残るのだが、生産量が少ないことから一般的には

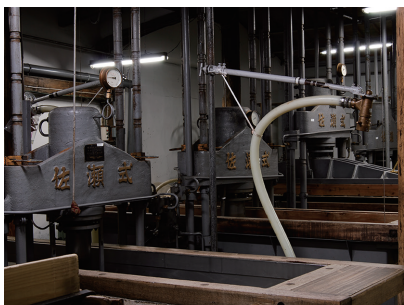


写真8 压榨機(ふね)

流通しておらず、その味を知る人は少ない。九重味淋のみりん粕は、近くの漬物製造会社買い取ってもらい、守口だいこん(飛騨・美濃伝統野菜や大阪のなにわ伝統野菜に認定されている)の漬物(粕漬け)に使われているそうだ。ちなみに、九重味淋の工場内にある直売店や通販では、貴重なみりん粕を購入できる。

このように人の手による作業で残すべきところは残しながら、自然の手も借りつつ、機械に頼るところは頼るという姿勢で歴史を受け継いでいる。「歴史が仕事をしている」という社員の言葉が印象深かった。

## 信頼関係で乗り越えてきた数々の苦難

もち米、米麴、焼酎という3つの原料だけで醸造された本みりんは、幾度となく苦境に立たされてきた。みりん風調味料の登場、消費増税における10%の課税、そして新型コロナウイルス感染症のための感染対策による取引先の経営悪化などである。このような苦難をどのように乗り越えてきたのだろうか。

水あめを主原料に米と米麴の醸造調味料や食品添加物などを調合して短時間でみりんの味に近づけて製造されるみりん風調味料は、本みりんよりも安価であるため、この調味料の登場によって、本みりんの消費が停滞する可能性が懸念されていた。九重味淋の「本みりん」や「本格本みりん」は、一般消費者だけでなく、飲食業者や加工業者でも取引があり、「みりんといえば九重味淋の本みりん」というファンが固定客となっている。歴史と伝統の味を維持することはもちろん、これらの取引先とは、顧客を訪問したり、「ココノエ通信」やメール

マガジンを送付したり、定期的に交流するなど信頼関係を構築することで、みりん風調味料など安価な調味料が登場しても、取引量を維持することができてきたようだ。

次に、2019年10月に消費税が10%引き上げになり、本みりんは調味料であるがアルコールを含み酒類に分類されるため、消費税は8%ではなく10%課せられた。これによって本みりんの需要が縮小するのではないかと懸念されていた。実際に九重味淋でも、2019年10月は10%ほど売上げが下落してしまったという。しかし、増税直前の9月に駆け込み需要があったことから、総合的には大きな影響はなかったようだ。

そして2020年の新型コロナウイルス感染症の感染対策による飲食店の休業が食品メーカーに与えた影響が大きかったことは記憶に新しい。九重味淋のみりんを使用している飲食業者は、普段であれば予約でなかなか利用できないところが多く、この時をチャンスと見て利用する客がいたことにより、売上の大幅な下落はなく、それに伴って九重味淋の売上也打撃を受けることは少なかったようだ。

時代館には、1936年（87年前）に製造され、第二次世界大戦中の防空壕から見つかり寄贈された九重味淋の本みりん「九重



写真9 戦争を生き抜き寄贈された本みりん「九重櫻」

櫻」が展示されている（写真9）。色は濃くなっているものの、腐ってはならず、歴史と伝統、そしてファンとの繋がりを感じさせてくれる。信頼関係に基づく安定的取引が、社会変化にも対応できる土台を形成していたといえる。

## 原料調達への課題と新技術開発

販売面での困難に加え、昨今では原料調達面における課題にも直面している。原料の生産者が高齢化しており、安定的な原料調達が難しくなってきたという全国的な流れがある。九重味淋においても、原料生産者が高齢化により原料を今後も安定的に調達できるか怪しい状況に陥っているという。そこで約10年前から、地元のJAと協力し合い、社員が原料生産である米作りも始めている。2023年度は営業担当の社員が稲刈をし、そのお米は「新米仕込み本みりん」の原料として仕込まれるようだ。

それ以外にも、もち米の生産量が減少し価格も高騰していることを踏まえて、うるち米でみりんを製造する方法を研究開発した。もち米のように甘味を出すことが難しいうるち米からでも甘味豊かなみりんを造る製造方法を確立し、2009年に特許を取得することに成功した。

これによって、うるち米から本みりんを生産することができるようになり、原料調達面の不安をやや和らげるとともに、100kgのもち米かうるち米を持ち込めば、それを原料にオリジナル本みりんを製造してくれるという取り組みにも着手されるようになった。このオリジナル本みりん企画では、ラベルや容器も発注者が決めることができるため、パッケージもオリジナルのもので対応してもらえる。販売には免許が必要で

あるが贈答用やプロモーションツールとしての活用期待できる取り組みとなっている。

## 学校給食とのコラボレーション

うるち米から本みりんを製造する技術を活用することで、各地域で栽培されるうるち米を原料とした本みりんを製造し、それぞれの学校給食に、各地域のオリジナルみりんを供給することにも取り組んでいる。

2021 年 5 月に農林水産省が打ち出した「緑の食料システム戦略」に基づいて、オーガニックビレッジ宣言をした千葉県木更津市と連携し、木更津市で学校給食用に生産された無農薬米のうち、学校給食に提供できない「ふるい下米」を本みりに加工し、木更津市の学校給食の調味料として製造したという。

学校給食では、1 等米（粒の幅が 1.8mm よりも大きいもの）しか、ご飯として提供できないそうで、1.8mm 以下のお米は等級外として、行き場を失っていた。その等級外のお米を本みりに加工し、オリジナルラベルを貼付して学校給食で利用してもらうという、画期的な取り組みである。2022 年度は 100kg の等級外のお米から 1.8L のペットボトル 60 本の本みりんを製造し提供した。ラベルもオリジナルのものを作成できるのだが、「きさらづ」の部分を他の地名に変更すれば、他の地域にも対応できるようなデザインになっている（写真 10）。

木更津市以外にも、15 の市町村において、各地域の特別栽培米や有機栽培米、自然栽培米を本みりに加工し学校給食に供給している。学校給食は子どもたちが健康だけでなく、食文化を継承するためにも貴重な機会であり、農産物だけでなく調味料も良質なものを提供することに貢献してい



写真 10 木更津市のお米を使った学校給食向け

る。学校給食現場では、経済的・時間的効率性が重視されがちではあるが、子どもたちの健康を第一に考えて、良質な本みりんを積極的に使用してもらいたいという想いを持っておられた。

## 本みりんが繋ぐ歴史と未来、そして人

以上のように、約 250 年の歴史を有し、伝統を守りながら本みりんを製造してきた九重味淋は、その伝統と歴史を時代に合わせる形で未来に繋げる努力と工夫を繰り返してこられたことが伝わってきた。また、その努力と工夫は、九重味淋の本みりんを長く愛するファンだけでなく、自治体や子どもたちといった新たな人の繋がりも生み出している。

原料調達や制度面など、地場産業や中小企業は厳しい状況に置かれているが、伝統の味を伝えるためにも、九重味淋の取り組みに期待するとともに、一人でも多くの人に本みりんを多角的に見ていただければ幸いである。

お忙しい中、取材にご協力くださりました、営業部の柴田良一様、堀田正孝様、品質部の黒柳風太様に厚く御礼申し上げます。



## 書評01

水野 玲子 著

## 『「甘い香り」に潜むリスク 香害は公害』

ジャパンマシニスト社 / 2020年9月刊 / 96ページ / 1100円+税  
ISBN 978-4-880-49337-4

評者：山梨 勇斗

元日本大学生物資源科学部食品ビジネス学科学部生



柔軟剤や香水、消臭剤など、私たちの身の回りには様々な「香り」が存在している。このような「香り」に対して、多くの人には心地の良い印象を受けるのではないだろうか。しかし近年、これらの人工香料により体調を崩す人や化学物質過敏症を発症する人が増加している。このことは香りによる新たな公害、すなわち「香害」と呼ばれる。

一方で、この香害について、どれだけの人が認知しているだろうか。中には、「神経質だけなのでは」と考える人もいるだろう。本書では、国内外の研究を基に、こうした香害に対する被害者への理解を深めることを目的として編まれている。

本書は4章で構成されており、第一章「香害で苦しむ人が7,000人」では、香害の実態について取り上げている。第二章「柔軟剤と香り・消臭カプセル」では、香りを長持ちさせる技術である「マイクロカプセル」の危険性について、第三章「甘い香りに潜むリスク」では、香料に含まれる有害物質とその影響について提示している。第四章「海外の香害対策と日本」では、香害に対する規制の動きに関して、日本と海外を比較している。

まず第一章では、2019年12月下旬～2020年3月31日かけて「公害をなくす連絡会」により行われたアンケートを基に、香害による被害の実態を明らかにしている。同アンケートでは、香りによって頭痛や吐き気などの症状があ

ると回答したのは約8割であったことが示されている（回答数9030件のうち7136件）。そのうち85%は女性であり、30代～40代の被害者が多く見られた。つまり、若い世代における被害の拡大が懸念される。また香害の主な原因は、柔軟剤や合成洗剤であった。一方で、同アンケートの記入者は、実施団体の会員やその知り合い、被害者のSNS拡散によってつながった人であるため、被害があると回答した人の割合は高くなっていることも指摘できる。

続く第二章では、先ほど述べた柔軟剤や合成洗剤に含まれている「マイクロカプセル」について解説している。このマイクロカプセルとは、プラスチック（メラミン樹脂やウレタン樹脂）で作られたカプセルで香料を包み、外的な刺激や熱で破壊させる技術である。カプセルは一度には破れず、香りを長持ちさせることができる。しかし、この技術には三点の危険性が存在する。一点目は、その有毒性である。ウレタン樹脂の原料であるイソシアネートには有毒性があり、カプセルが破壊される際にこれらが飛散する危険性がある。二点目は、小ささである。マイクロカプセルの大きさは $1\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ （ナノサイズもある）である。（花粉は $30\mu\text{m}$ 、PM2.5は $2.5\mu\text{m}$ ）これにより、破壊されたカプセルを肺の奥にまで吸い込む可能性がある。さらに、プラスチックはウイルスが付着しやすいため、これらも共に吸い込むこととなる。三点目は、環境汚染である。洗濯時に柔軟剤を使用すると、

そこに含まれるカプセルの 80% は下水に流れるとされる。よって、海洋汚染を加速させるのである。

第三章では、有名ブランドをはじめ、多くの香りつき製品から有害物質が検出されていることが提示されている。具体的には、香水から「フタル酸エステル」などのホルモンかく乱物質、洗剤・柔軟剤から「 $\beta$ -ピネン」、「アセトアルデヒド」といった発がん性や急性毒性のある物質が検出されている。では、なぜこのような物質の使用が可能となっているのだろうか。その理由は「定量的リスク評価」により、使用量を設定しているからである。定量的リスク評価とは、一つの化学物質が健康に害を及ぼさないギリギリのばく露量を定める評価方法である。しかし、私たちが吸い込むのは 100 種類以上の物質が合わさった空気であり、このような複合物質での影響は加味されていないことが指摘されている。一方で、オーガニック製品であれば安全なのだろうか。このことにも注意点がある。それは、原料が植物であっても製造過程で化学物質が添加される点である。よって、オーガニック製品にも有害物質は含まれている可能性があるといえる。また海外の研究では、香りつき製品による影響は、その子どもにまで及ぶとされる。乳幼児期に合成洗剤を頻繁に使用していた家庭は、そうでない家庭と比較し、3 歳までにぜん息になる可能性が高まると示されている。

第四章では、香害を改善していくための対策が提示されている。香害が日本より進んでいる米国では、二つの対策例がある。一つ目は、「フレグランス・フリー製品」である。これは米国環境保護庁が、より安全な選択肢として認証した製品である。この製品は、香りを添加していないことは勿論、製品の香りを消す香料物質も使用されていない。二つ目は、「フレグランス・フリー教育」である。ミネソタ州では、生徒や教員に香害に関する認識を共有するためのワークショップが行われている。この活動では、全

ての人の健康に関わる問題であることを訴えている。香りつき製品の規制に関しては、国際化粧品協会が定めた基準により、自主規制がされている。しかしこの規制には、二つの問題点がある。一つ目は、皮膚に接触した際のアレルギー反応に注目していることである。したがって、揮発する物質を吸い込む危険性は考えられていないのである。二つ目は、複合影響は考えられていないことである。安全チェックは、個々の化学物質におけるものであり、前述したような多くの物質が複合した際の影響は想定されていない。また国内では「家庭用用品品質表示法」による成分の表示義務が存在するが、この法律にも問題点がある。それは、芳香・消臭剤、抗菌・除菌剤、柔軟仕上げ剤などは対象外であることだ。よって、対象の拡大や香料成分をはじめとする全成分の表示の義務付け指摘している。

以上より、本書では香害の原因や影響について解説し、その対策に関する現状を提示している。筆者は「香害被害者は救済されるどころか、その存在自体を、理解されることが極めて難しい状況です」と述べており、行政による啓発や対策、消費者一人ひとりの知識の浸透、香りつき製品の自粛が重要であると提言している。

最後に、現代社会に香りが溢れることとなった原因として、香りに対する過剰な清潔志向が挙げられる。2000 年以降、テレビ CM などで香りのエチケット・マナーを「常識」として消費者に根付かせた。よって、香りつき商品の販売は加速し、現在の状況に陥ったのである。これに対し、嗅覚とは「危険」を感じ取るための感覚であり、同じ香りを嗅ぎ続けることで、この感覚は麻痺する。この状況において、香害に苦しんでいる人は逸早くこの危険を察知し、警告している人と言える。よって、日々の柔軟剤の使用が本当にマナーであるのか、是非ご一読いただき、被害者の声に耳を傾けてもらいたい。

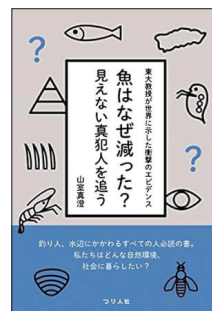
## 書評02

山室 真澄 著

『魚はなぜ減った？  
見えない真犯人を追う』つり人社/2021年10月刊/128ページ/1000円+税  
ISBN 978-4-864-47383-5

評者：池上 亜美

奈良女子大学大学院人間文化総合科学研究科博士前期課程



生物多様性や地球環境の保全のために、官民にかかわらず、多くの取り組みがなされている。地球温暖化による海水温度の上昇や海洋プラスチックや海岸に漂着する廃棄物などによる海洋汚染の問題は、誰もが耳にしたことがあるだろう。これらを解決するために、温室効果ガスの削減や不要なプラスチックの使用を控えるなどの取り組みは、当然のように行われている。

水辺の環境に焦点を当てると、海水温の上昇による漁獲量の減少、最近ではマイクロプラスチックの問題が注目されている。しかし、水辺の環境の問題はこれらだけでなく、生態系の変化も挙げられる。

そこで、山室真澄氏の『魚はなぜ減った？見えない真犯人を追う』を紹介したい。本書は、釣りガイド、全国のおすすめ釣り場、釣り場を守る・環境について、おいしい鮮魚料理まで取り扱う、月刊『つり人』の連載（2020年7月号～2021年2月号）を一冊にまとめたものであり、第1回から第7回にわたって、鳥根県・宍道湖の魚類の減少に「ネオニコチノイド系殺虫剤」という農薬が関わっていることを明らかにした過程が解説されている。

水辺の生態系に何が起きているのか、数ある農薬の中でネオニコチノイド系殺虫剤が持つ特徴はどのようなものなのか、それが生態系にどのように影響しているのか。農薬による影響が、私たちの生活に身近なものであることがより実感できる一冊となっている。

著者である山室氏は、父親の影響で幼少期から水辺に慣れ親しみ、卒業論文、修士論文、博士論文を全て鳥根県・宍道湖をテーマに執筆した。就職後も30年にわたって宍道湖を研究し続け、宍道湖の魚類の減少に「ネオニコチノイド系殺虫剤」という農薬が関わっていることを明らかにした。世界で最も権威のある学術誌のひとつ『Science』に掲載された研究成果で注目を浴びた。

ネオニコチノイド系殺虫剤は現在、世界の農業分野で最も使用されている殺虫剤である。殺虫剤は化学農薬のうち、害虫を退治する役割を担っている。有機リン系と比べ人体や哺乳類・鳥類・爬虫類への安全性が高い一方で、昆虫に対する毒性が強いことが長所とされる。害虫だけでなく、ミツバチのような益虫までも減らしてしまう。日本以外の多くの国ではネオニコチノイドの使用規制が進んでいる。

本書の特徴は、単に農薬を批判する見方ではなく、「このような事実あるから、どうやらこの問題を解決できるか、一緒に考えましょう」という姿勢で提起がなされている点である。化学農薬は農家からすれば作物を守る重要な役割を担っていることも事実であるとしながら、「宍道湖の研究事例のうわべだけが伝わってしまい『農薬=悪』という意見が一人歩きしてしまうことを望んでいません」とあるように、研究成果をもとに、今水辺でどのようなことが起きているのか環境の中で何が起きていたのか

を学べる内容になっている。全7回のトピックの冒頭には、3から4つの要点が記載されており、各トピックの冒頭を読むだけでも本書を概観することができる工夫がなされている。

第1回は「宍道湖のシジミ研究とネオニコチノイド系殺虫剤」と称して、宍道湖で1993年からウナギとワカサギの漁獲量が急激に減少したという問題とその仮説が提起されている。この回では、ネオニコチノイド系殺虫剤の解説、原因を突き止めるためには水中の生態系と食物連鎖の理解の必要であることが提起されている。

第2回「カギを握る『食物連鎖』と宍道湖の生態系」、第3回「ミジンコのエサは減っていたのか? ~水辺の有機物と物質循環の概念~」ではそれぞれ、水辺の生態系における食物連鎖の特徴、生態系の変化の原因を理解するうえで不可欠である「物質循環」の概念が紹介されており、生態学を学んだことがない人でも一から学べる内容となっている。

第4回以降は、宍道湖での漁獲量の変化の原因がネオニコチノイド系殺虫剤である可能性をさらに追究していく過程が紹介されている。「生態系は生きものだけを見ていてもわからない」とあるように、魚が食べるエサに変化があればその魚だけでなく、巡り巡って他の生物にも影響が及んでいく。スーパーマーケットに陳列されている野菜や魚だけを見てもなかなか異変に気が付くことができないように、普段生活している中で、目に見えない化学物質の影響は気がつきにくいのである。

最終回である第7回「ネオニコチノイドに頼らない農業に向けて」では、化学農薬の継続使用により、「薬が効かない害虫(耐性種)」を生み出してしまう問題が提起されている。巻末では、減農薬・無農薬、脱「ネオニコ」の可能性を探りつつも、無農薬の実践の難しさにも言及がなされている。

宍道湖でウナギやワカサギの漁獲量が減少した当時、原因がネオニコチノイド系殺虫剤であ

ることを、地元の研究者や漁業者たちは気がつくことができなかった。1993年の変化が近年になって明らかにされているほどであるのだから、化学物質が生態系に与える影響について判明していないことはかなりの数が存在する可能性がある。だからこそ我々は予防的に行動していく必要があるともいえる。

冬も近い秋の終わり、評者は温かい鍋を食べたくなったので、白菜を購入した。この日の白菜は葉の内側に多くの虫が付着しており、評者の調理前の洗浄が不十分であったために、料理に混入してしまった。できる限り農薬を使わない野菜を選択して購入するようにしているので起こりうることだと認識はしていたものの、もう少し念入りに洗っておけば……と後悔した経験がある。消費者の手元だけでもこのようなことが起こるのだから、生産段階において、化学農薬は農作物を害虫の被害から守る役割を果たしていることは想像に難くない。

本書を読むことを通して農薬の影響がより身近に感じられ、これからも豊富な水産資源の恩恵を享受し続けるために、この資源を次の世代にも繋いでいくためであれば、野菜を十分に洗うひと手間、多少の不便は許容できると考えるようになった。

農薬の問題は、生産者や研究者だけが向きあえばよいというものではなく、農産物を消費するすべての人にとって関係するものである。消費者も関心を持ち、適切な知識を得たうえで、意思表示をすることが望ましい。生産者や研究者頼みにするのではなく、みんなで同じ方向を向くことが大切である。

生活協同組合は一般的なスーパーマーケットなどと比較して、生産者との距離が近いのが特徴である。本書を手取ることで、消費者が関心を持ち、一緒に考えるきっかけとしたい。

## 映評

ジョニー・デップ・出演／アンドリュー・レヴィタス 監督

## 『MINAMATA- ミナマタ』

TC エンタテインメント / 2022年2月発売 / 1時間55分 / 3,418円  
ASIN B09MQKV1W5評者：浮網 佳苗  
同志社女子大学 表象文化学部

今年9月27日、大阪地方裁判所は水俣病をめぐる訴えに対する判決を下した。この裁判は、水俣病の症状があるにもかかわらず、患者救済のための特別措置法（2009年施行）から対象外とされた住民が、国と熊本県、原因を作り出した企業を訴えていたものである。大阪地裁は、原告の訴えを全面的に認め、国などに合計3億5000万円の賠償を命じた。この裁判が示すように、水俣病は決して過去のものではなく、現在も続いている公害のひとつなのである。

いわゆる四大公害のなかで最も早く被害が社会的に認知され、そして被害者が最も広範にわたることで知られる水俣病は、その深刻さを訴える地域住民と、その責任をなかなか認めようとしない国や県、企業との戦いの歴史でもある。そもそも、原因物質を特定するまでに相当な期間を要しており、被害を受けた住民たちの苦しみは想像を絶する。

本作はこの歴史について、水俣病で苦しむ住民の姿を撮影し世界にその事実を伝えたアメリカ人写真家、ユージン・スミス（William Eugene Smith, 1918-1978年）とその妻アイリーンを中心に描く。スミスを演じたのは、言わずと知れたハリウッドのスター、ジョニー・デップである。それゆえ、映画公開当時の2021年9月、日本国内において話題になったこともあり、すでに鑑賞した方も多いのではないかと思う。本作はまさに、化学物質が暮らしに与える影響を知るうえで、その原点を教えてくれる貴

重な作品である。

ユージンは、写真家であり、かつ写真を通じて社会の問題を世に広く知らしめるジャーナリストとしての役割も担っている。水俣を訪れる前は、戦争の悲惨さを写真におさめることに力を注いでいた。しかし、沖縄戦で負傷しその後遺症に苦しむなかで、酒浸りの日々を送る。そのようななか、ユージンが所属する雑誌出版社が水俣病の取材を彼にもちかけた。また同時期に、富士フィルムのCM撮影にて当時通訳のアルバイトをしていたアイリーンと出会う。アイリーンとともに水俣を訪れたユージンは、病気で苦しむ人々の姿に衝撃を受けるとともに、この事実を記録に残したいと奮闘するが、やはりこのことを良く思わない、企業関係者や住民との対立も描かれる。

例えば、ユージンが、有機水銀を海に垂れ流しているチツソ株式会社（以下、チツソ）の社長に話を聞くシーンは印象的である。社長は浄化装置を導入し、有機水銀を安全である微量にまで低減したので問題ないと豪語する。そして、「私はその水を飲んだ」とまで言い張る。いまの原発処理水の状況と重なってしまい、なんとも複雑な気持ちにさせられた。さらに質の悪いことに、社長はユージンのネガフィルムと交換条件で、大金を彼に渡そうとする。自分たちがやっていることに自信があれば、そんな必要はないはずだ。やはり当人たちもまずいことをやっているという自覚があるのだろう。他にも、

ユージンを良く思わない人々からの仕打ちをうけることになるが、それが写真を現像する小屋の放火やチッソ従業員による暴行として描かれる。もっとも、上述の賄賂を含め、こうした出来事がどこまで事実を反映しているのかは様々な議論があるようだ。とはいえ、そこはハリウッド映画。多少の脚色はあるかもしれないが、暗く深刻なテーマを扱いながら、見る者の心にくぐりと迫る、至極のエンタテインメントに仕上がっている点は圧巻である。



映画の一場面

(毎日新聞 2021/9/25 <https://mainichi.jp/articles/20210925/k00/00m/040/068000c>)

一方で、水俣という地域は、チッソで働く者も多く、地域の雇用を生み出していた側面もあり、住民の複雑な思いもあったのだろうと推測される。しかしながら、この映画では、住民の思いや活動を深く掘り下げることはしておらず、もっぱらユージン・スミスの視点が中心となっている。この点はやや残念だが、それに関しては水俣の住民目線で製作された邦画を参照されたい。この映画によって水俣病について詳細な部分まで学べるわけではないが、この映画を入り口として水俣病をはじめ、日常における化学物質の及ぼす影響への関心につながればと願う。

水俣病の原因物質を作り出していた企業は、現在も操業を続けているが、いまではもちろん有害物質の処理については厳しい監視のもと、地域の雇用と生活のために取り組んでいるそう

だ。しかし、だからといって、日本では克服された問題だということは違うであろう。冒頭に述べた裁判は現在進行形の話であるし、水俣病に限らず、農薬や食品添加物、日用品に含まれる化学物質など、日常に潜むその他さまざまな化学物質によって人々の健康や自然環境を害する事態は現在も起こり続けている。

エンドクレジットでは、福島第一原発をはじめ、チェルノブイリ、サリドマイド薬害、鉛汚染、殺虫剤、ダイオキシン、ヒ素など、世界の有害化学物質による被害の事例がいくつも紹介される。水俣病は確かに、世界の人々に化学物質の負の側面をまざまざと見せつけ、衝撃を与えた。化学物質は私たちの生活を豊かにした側面はあるが、しかし同時に、たくさんの脅威をも生み出してきた。そして、その被害は未だに世界中で起こっている。

この映画の一番の盛り上がりといっても過言ではないシーンについては、あえて触れないが、そのインパクトたるや言葉に表せるものではない。現在、Netflix などの各種動画配信でも鑑賞することができるので、より多くの人に届いてほしい作品である。

なお、ユージンの元妻（のちに離婚した）、アイリーン美緒子スミス氏は、現在、京都で原発に反対し、環境保護に取り組む団体「グリーンアクション」の代表として、変わらず活動をしている。評者は大学院生のとき、この団体の手伝いをしていたことがあった。アイリーン氏はとても気さくで明るい方だったが、同時に社会を良くしたいという熱意に満ち溢れ、どんな困難にも屈しないエネルギッシュな女性という印象であった。当時は評者自身、彼女と水俣の関わりについてそれほど詳しいわけではなかったので、この映画から彼女の活動の原点にユージンと見つめた水俣の風景があったことを深く知り、非常に感慨深くなったことは述べておきたい。

研究所ニュース

## 第24回 生協組合員理事トップセミナーを開催しました

2023年12月2日(土) 会場 京都テルサ内会議室  
午前 基調講演・午後 分科会



テーマ  
『食』の現状を見つめる  
あなたはどうなふう  
に食べる未来を想像  
していますか？

基調講演 自分の意志で食べ物を選ぶとは？  
一協同組合の組合員としてできることを考える—  
講師 青木美紗 (奈良女子大学・当研究所理事)

生協組合員トップセミナーは24回目を迎えました。  
当セミナーは会員生協の組合員理事が呼びかけ人となり、  
企画内容を考え、運営をしています。

今回のセミナーには北は宮城、南は沖縄まで24生協の組  
合員理事が集いました。

会場参加者38名、オンライン参加者(基調講演のみ)53名



呼びかけ人

呼びかけ人会では、セミナーを通して、「協同組合の理事として、今、『食』の現状をしっ  
かり見つめ、学び、どのような社会を作りたいのか、みんなで考え合い、その未来に向け  
て私たちが為せること、協同組合の可能性を一緒に探っていくこと」を企画の柱としました。

午後には会場参加者を対象に5つの分科会が行われました。

- 第1分科会 「日本の食料生産のリアリティ」 (講師 青木美紗氏 奈良女子大学)
- 第2分科会 「いま大学生が注目する『食』とは」 (講師 岩橋涼氏 名古屋文理大学)
- 第3分科会 「地域の食文化がもつ多様な価値を観て見る」 (講師 片上敏喜氏 日本大学)
- 第4分科会 「地域の食と暮らしを支える生活協同組合を若者はどう捉えるか」 (講師 下門直人氏 京都橘大学)
- 第5分科会 「誰もが暮らしやすい社会の実現に、生協が食を通して貢献できること」 (講師 山野薫氏 京都橘大学)

投	稿
規	定

1. 本誌は、くらしと協同に関する調査研究などの成果を掲載する。
2. 本誌への投稿は、上記の領域に関わる「研究論文」「研究ノート」「史料紹介」「事例報告」等とする。ただし審査により区分を変更することがある。  
なお、原稿は掲載時に、他誌に未発表であることを厳守する。
  - (1) 原稿の字数制限は以下の通りとする。
    - 1) 論文 20,000 字以内
    - 2) その他 原則として 14,000 字以内
  - (2) 原稿の体裁
    - 1) A 4 用紙に横書き、40 字× 35 行で印字する。
    - 2) 年号は原則として西暦を、また頁は「ページ」(カタカナ)を使用する。
    - 3) 英字の略字については原則として半角とするが、全角を使用したい場合はそのことを明確にし、同じ略字の場合に半角または全角を統一して使用する。
    - 4) 注は文末脚注とし、本文中の注は上付で、通し番号とする。
  - (3) 図表は上記の原稿の分量にふくまれるものとする。なお、グラフを Excel 等のソフトで作成している場合は、そのグラフの作成に使った元データも添付する。また、図版の場合はなるべく鮮明なものを別に添付する。
  - (4) 原稿には「表紙」を付け、表紙にタイトル、執筆者名、所属機関および連絡先(現住所、電話番号、E-mail)を明記する。原稿本文には執筆者名、所属機関を記さない。
  - (5) 投稿者は、電子メールもしくは郵送で研究所へ投稿する。電子メールの場合は、原稿一式のデータファイルを電子メールに添付する。郵送の場合は、プリントアウトした原稿 4 部と原稿データをおさめた CD 等を両方提出する。提出する原稿のファイルは、「MS-Word (バージョン 2000 以降)」とし、グラフなどのデータファイルがある場合、それも原稿データとは別に添付する。写真を使用する場合は、MS-Word 内に枠で場所を示し、写真データは jpg 形式で別途添付する。
3. 投稿された原稿は、研究所事務局が受領し、編集委員会において投稿の受理を決定する。受理の決定後、編集委員会が指定する複数の審査員の査読を得て、その結果を基に、編集委員会において掲載の可否、区分、掲載号を決定する。審査の過程において、投稿者に原稿の加筆・修正をもとめることがある。
4. 原稿送付先はくらしと協同の研究所事務局とする。
5. 提出された原稿ならびに CD 等は原則として返却しない。
6. 原稿料は支払わない。
7. 著者に本誌 5 部と抜刷 30 部を無料で進呈する。
8. 本規定にない事項については、適宜編集委員会で判断し対応する。
9. 『くらしと協同』に掲載される原稿の著作権について、著者は当該論文の複製及び公衆送信・伝達をくらしと協同の研究所に対して許諾したものとみなす。くらしと協同の研究所が複製及び公衆送信・伝達を第 3 者に委託した場合も同様とする。この許諾は、『くらしと協同』の刊行にかかわる目的に限定し、著作権は著者に帰属する。

(付則)

1. 本規定は 2012 年 6 月 25 日から実施する。  
2014 年 3 月 20 日一部改正  
2022 年 12 月 20 日一部改正



## 季刊号



**2023 秋号 (第 45 号)**  
2023.09.25 発行  
**特集**  
2023 年総会記念シンポジウム  
現代社会における食の価値を考える  
—生活協同組合だからこそできる価値の  
伝え方、活かし方とは—



**2023 夏号 (第 44 号)**  
2023.06.25 発行  
**特集**  
生協産直は酪農の危機を救えるのか？  
**総論**  
揺らぐ日本の食の生産・表示そして安全



**2023 春号 (第 43 号)**  
2023.03.25 発行  
**特集**  
協同の力を生かした「子育て」の支え方  
**総論**  
「子」と「親」を支えるために何が必要か？



**2022 冬号 (第 42 号)**  
2022.12.25 発行  
**特集**  
暮らしに寄りそった情報伝達とは  
**総論**  
メディアとの付き合い方を考える



**2022 秋号 (第 41 号)**  
2022.09.25 発行  
**特集**  
2022 年総会記念シンポジウム  
協同のネットワークを地域でどう創るか



**2022 夏号 (第 40 号)**  
2022.06.25 発行  
**特集**  
個性を認め合える社会とは  
**総論**  
基本的人権と向き合う

### 〈ご意見、ご感想もお聞かせください！〉

研究所へのご意見ご要望、「くらしと協同」のご感想やご意見をお聞かせください。  
編集部一同、お待ちしております。  
パソコンからは <https://forms.gle/6aZV1secMk7C5gDE9> へ  
スマホやタブレットからは、右記の QR コードを読み取ってご利用ください。



## 編 集 後 記

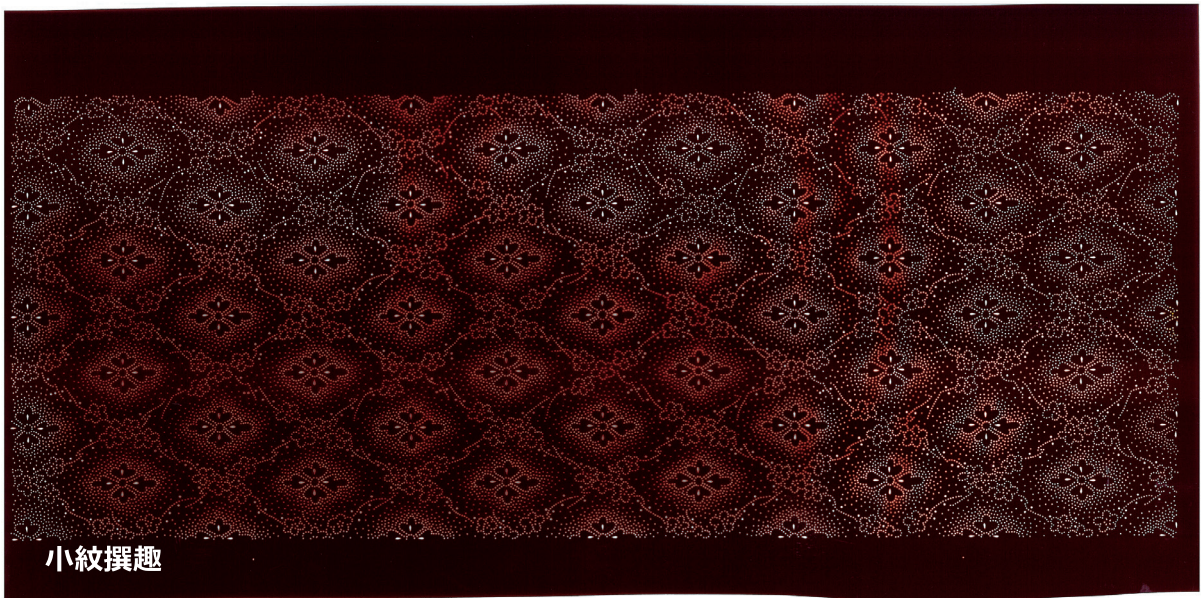
本号では、生活の中で触れる様々な化学物質をどのように考え、向き合っていくかということについて、多様な観点から捉えていくことを目的に編ませて頂きました。所変わって先日、講義内でコメント用紙を配布して回収し、研究室で読もうとしたところ、コメント用紙から様々な香りが放たれていました。紙は繊維の集合体なので目に見えない小さな穴が無数に空いています。そのため、書き手から空気中に発せられた香りがそれらに入り込むということが起こります。香りは知らぬ間に自身を超えて、周囲に影響を与えるものだということを、改めて実感しました。(片上 敏喜)

季刊 くらしと協同 2023 冬号 (第 46 号) 2023 年 12 月 25 日 発行

編集企画 | 『くらしと協同』編集委員会      電 話 | 075-256-3335  
編集長 | 加賀美太記                              F A X | 075-211-5037  
発行所 | くらしと協同の研究所                E-mail | kki@ma1.seikyoku.ne.jp  
理事長 | 若林靖永                                    U R L | <http://kurashitokyodo.jp>  
住 所 | 京都市中京区烏丸通二条上る時絵屋町 258 コープ御所南ビル 4F (〒604-0857)

### —メールアドレス変更のお知らせ—

くらしと協同の研究所のメールアドレスを、2024 年 1 月 1 日 (月) から下記の通り変更させていただきます。  
新メールアドレス: [kki@kurashitokyodo.jp](mailto:kki@kurashitokyodo.jp) (事務局共通)  
なお現在のメールアドレスは 2024 年 1 月 31 日 (水) まで受信できますが、それ以降は受信できません。



小紋撰趣

### 表紙紋様 「地暈しに梅枝菱格子四つ花」(唐草入り菱格子)

「菱格子」は菱形を連続させた格子文様を表します。その格子の中に、花を描いた文様を花菱紋と言います。花菱紋とは、大陸から伝来した「菱」ということで「唐花菱」ともいわれる連続文様の図柄です。菱型の中に四つの花が描かれており、その花菱の周りを取り巻く唐草模様は、梅枝と5枚の花びらを持つ梅の花で囲われています。花菱格子の直線と梅の枝と花びらの唐草を組み合わせて描いた、可愛らしい、手の込んだ図柄です。

「梅文様」は、忍耐力や生命力、子孫繁栄の象徴とされ、新春を代表する吉祥文様です。その種類も多く、梅の花が枝についているものを梅枝文様と言います。梅は厳寒の冬に咲き始めるので、「百花のさきがけ」と呼ばれ、その高貴な香りともあまって、古来より尊ばれました。

「梅の花」は、奈良時代に中国から渡来し、平安時代以降、桜にとつてかわられるまで、花といえば「梅の花」でした。

田内隆司/京小紋画像提供(田内設計事務所)