



アメリカ

環境白書

地域の取り組みと

温室効果ガス排出権取引

第1回

地球環境に依存して生存する生物であるかぎり、環境問題は個人、法人、社会国としてそれぞれが真剣に取り組まなければならないテーマである。地球温暖化問題の主因といわれる温室効果ガス排出量の抑制に関しても、世界各地で国・地域・企業レベルで様々な取り組みがなされる中、京都議定書から離脱したとはいえ、アメリカ国内でも多くの州や機関が独自のプログラムを推進している。このシリーズでは、アメリカの環境全体像を把握するとともに、各地域による様々な取り組みを見ていきたい。まず第一回目は、アメリカにおける温室効果ガス排出の実態と各機関の動きや地域の動向、そしてアメリカの大気の状態を紹介しよう。

地球環境の中で生存する生物は環境破壊の影響から逃れることはできない。故に生存環境は全地球的なテーマであることは述べるまでもないが、環境問題を理解し、汚染・破壊の抑制とその修復に積極的に取り組むことは、グローバル経済社会が持続的な成長を維持していく上で非常に重要であるといえる。

1997年12月にCOP3(気候変動枠組条約第3回締約国会議)において採択された京都議定書は、先進国および市場経済移行国の温室効果ガス排出の削減目的を定めたもので、2008~12年に先進国全体で温室効果ガスの排出量を1990年比で少なくとも5%削減することを目標としている(発効は2005年2月)。二酸化炭素の最大排出国であるアメリカがこの京都議定書から離脱したことに関しては批判の声もあるが、州によっては環境問題や温室効果ガス削減のためのプログラムを独自に進めているところも多い。

温室効果ガス削減活動を正確に記録するためのシステム整備への取り組みも進んでおり、カリフォルニア州の気候行動登録制度(Climate Registry)や北東部8州が参加するNEASC AUM(Northeast States for Coordinated Air Use Management)などを通じて、企業へ自主的な登録を促している。また、排出権取引における世界初のグローバルマーケットであるシカゴ気候取引所(Chicago Climate Exchange(CCX))では、民間参加企業のメンバーを中心とし、温室効果ガス全6種類の削減と取引を実施するためのプログラムを提供している。その子会社、シカゴ気候先物取引所(Chicago Climate Futures Exchange(CCFE))は、04年11月に米国CFTCの認可を受け、翌月から取引を開始している。

03年から検討されてきたRGGI(The Regional Greenhouse Gas Initiative/地域温室効果ガスイニシアティブ)は、発電所からの有毒ガス排出量を削減することを目的とした複数の州による協定で、06年8月規範規定案に参加州が合意、09年1月から開始となる。これは二酸化炭素の「上限設定」取引型(Cap and Trade)のプログラムで、アメリカ初の法的強制力のあるプログラムとなる。また、07年に発足したWCI(The Western Climate Initiative/西部気候イニシアティブ)も地域的な「キヤップ・アンド・トレード型」のシステムを通じて温室効果ガス削減を目指している。

まずは、米国環境保護庁の「EPA's 2008 Report on the Environment(U.S. Environmental Protection Agency)」のデータを参考にしながら、アメリカの温室効果ガス排出の実態をつかみ、次に各機関や地域における環境問題への様々な取り組みを紹介することも、再生可能エネルギー利用割合基準を取り入れている様々な州の動きを紹介しよう。

温室効果ガス

大気中の二酸化炭素やメタン、亜酸化窒素などの温室効果ガスは、太陽からの熱を地球に封じ込めて地球の気温を保つ役割を果たしているが、人為的活動による温室効果ガスの大気中濃度上昇は、地球の熱放出と熱保留のバランスを崩し、気候に多くの面で影響を与えることになる。京都議定書では、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、ハイドロフルオロカーボン類(HFCs)、パーフルオロカーボン類(PFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)が削減対象として定

アメリカの温室効果ガス排出量

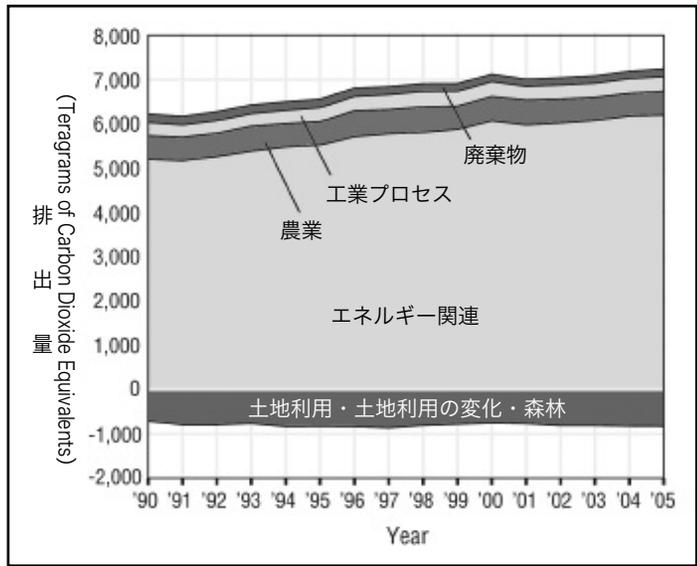
められた。

世界人口の20分の1しか持たないアメリカ(U.S. Bureau of the Census, 2006)が、2005年時点で世界の温室効果ガス総排出量の5分の1を排出しているというのは、あまり聞かぬのよいものではないが、どのガスの排出量がどのように増減しているのか見てみたい。

◆ガスの種類別比較

05年のアメリカにおける総温室効果ガス排出量は7290Tg CO₂Eq (Teragrams of Carbon Dioxide Equivalents: 温室効果ガスを測る際の単位で1Teragramが100万Metric tonsに値する)で、1990年に比べ16%上昇している。人為的活動により排出される温室効果ガスの大部分を占めるのは二酸化炭素で、全体の約84%となる。90年から2005年の間

図1 アメリカの産業部門別温室効果ガス排出量 (1990年-2005年)



Source: EPA's 2008 Report on the Environment

BUSINESS

ビジネス

に、二酸化炭素排出量は1028Tg CO₂Eq増加しており、15年の間に20%増えたことになる。もう少し前の1970年の排出量と比べると、その排出量は約5分の1増加しており、二酸化炭素の排出量はこの数十年増加傾向にあることが分かる。

二酸化炭素に次いで2番目に多いのがメタンで全体の7%を占めるが、ごみ投棄場と鉱山からの排出が減ったことにより、15年の間に11%減少している。ただし現在でも、投棄場のごみの腐敗や鉱山における浸出液はメタン排出の大きな原因となっており、その他には天然ガスシステムや家畜の腸内発酵などがその要因として挙げられる。

全体の6%を占める亜酸化窒素も同期間に3%減少している。亜酸化窒素排出の主なる人為的活動には、耕地の管理や有機質肥料の使用、排気ガス排出、亜硝酸を含む製品製造、下水、定置用燃料の燃焼などがある。

残りをハイドロフルオロカーボン類、パーフルオロカーボン類、六フッ化硫黄が占めるが、これらの総量は90年から74Tg CO₂Eq増加しており、これらの排出量は15年の間に2倍近くになったことになる。他のガスに比べて比重が少ないとはいえ、パーフルオロカーボン類や六フッ化硫黄は寿命 (Atmospheric Lifetime) が長く70年から5万年も存在し続けることもあり、地球の気候に与える影響が大きいとされる。

◆**温室効果ガス排出源比較**
2005年の温室効果ガス排出源を見ると、燃料燃

焼やガス漏出などを起こすエネルギー関連業務が全体の85%を占めており、1990年から2005年の間に19%上昇している。2番目に多い農業は全体の7%で、工業プロセスと廃棄物がその後に続く(図1参照)。

図1に示される他に、温室効果ガス排出源としてはシンナーなどの薬品使用や森林などからの排出も挙げられるが、これらの量は極めて少量で全体の0.5%にも満たない。

温室効果ガス 排出量削減へ 向けた 地域の取り組み

冒頭で述べたようにアメリカ力は京都議定書から離脱したが、環境問題や温室効果ガス削減のためのプログラムを独自に進めている州も少なくない。

州によって、政治面や関心度が異なることから取り組みへの積極性にも差があるが、2008年8月には12の州が、石油精製所からの温室効果ガス排出量を規定しないのは大気浄化法 (Clean Air Act) に違反するとして米環境保護庁を訴えている。この12州は、ニューヨーク州、カリフォルニア州、コネティカット州、デラウェア州、マサチューセッツ州、メイン州、ニューハンプシャー州、ニューメキシコ州、オレゴン州、ロードアイランド州、バモント州、ワシントン州で、それにコロンビア特別区とニューヨーク市が加わっている。

広大な土地を持つカリフ

ォルニア州は、エネルギー消費量も多く温室効果ガス排出量も高いが、05年には温室効果ガス排出量削減目標を掲げ、08年6月には20年までに同排出量を1990年の水準まで削減する計画原案を発表している。2004年に制定された車の排気ガスに関する規制(車種に応じて24~37%の温室効果ガス削減義務を自動車メーカーに課す)の完全実施などが柱となっており、京都議定書の削減目標には及ばないとはいえ、アメリカ国内でも最も先進的な内容となっている。

また、マサチューセッツ州では、10年までに温室効果ガス排出量を1990年と同レベルに、2020年までにそれより10%削減する目標を掲げていたが、08年8月に州知事が地球温暖化対策法 (S25A) に署名したことから、50年までに1990年比80%の削減目標を取り決められた。

メリーランド州では、気候行動計画 (Climate Action Plan) の最終決定が発表され、2012年までに温室効果ガス排出量を06年比10%削減、50年までに90%の削減目標を掲げている。

メイン州はアメリカで二酸化炭素削減に関する特定の目標値とタイムラインを設定した初めての州だが、同州を含め、ニューイングランド6州でもそれぞれの温室効果ガス排出量削減目標を定めている。

06年8月には、地域温室効果ガスイニシアティブ (RGGI/The Regional Greenhouse Gas Initiative) によるアメリカ初の「キャップ・アンド・トレード

型」のプログラム規範規定案に当時の参加州7州(コネティカット州、デラウェア州、メイン州、ニューハンプシャー州、ニュージャージー州、ニューヨーク州、バモント州) が合意、08年9月25日には初回排出権取引のオークションが開催された。2回目、3回目のオークションは、それぞれ12月17日、09年3月18日に予定されている。

こうした活動の他にも、32の州とコロンビア特別区では、再生可能エネルギー利用割合基準 (RPS: Renewable Portfolio Standard) を取り入れ、電力会社に電力の一定割合を再生資源から供給することを義務付けている。

温室効果ガス 排出権取引

温室効果ガス排出権取引のシステムは、経済面および環境面の目標達成をマーケットベースの調整メカニズムを通じて促進するもので、単純な政府による削減規制よりもはるかに効果的・効率的な温室効果ガス削減が実現できると期待されている。

■地域温室効果ガス イニシアティブ (RGGI)

RGGI (地域温室効果ガスイニシアティブ) は、前述したように発電所からの有毒ガス排出量を削減することを目的とした複数の州による協定で、二酸化炭素の「キャップ・アンド・トレード型」のプログラムである。現在、前述の7州にマサチューセッツ州、ロ

ードアイランド州、メリーランド州の3州が加わり、合計10州が参加している(2008年12月現在)。同プログラムは09年から開始されるが、09~15年間は地域内発電所の二酸化炭素排出権を現行の量と同水準に維持し、その後徐々に削減するというもので、19年までに現行水準比10%削減を目標としている。

同プログラムでは、州ごとに二酸化炭素排出量の上限が設定されており、各州がその上限に応じて排出権を発行することになる。プログラムの対象となる、地域内で25メガワット以上の発電能力を持つ石炭・石油・ガス火力発電所は、それぞれの二酸化炭素排出量に相当する排出権クレジットを所持しなければならぬ。大部分の排出権はオークションを通じて売買され、発電所は所持する排出権クレジット以上の二酸化炭素を排出することができない仕組みとなる。オークション参加に必要な書類やインフォメーションは www.rggi.org/co2-auctions/information に入手できる。

プログラムに柔軟性を持たせるため、各発電所全排出量のうち3.3%を上限とし、電力部門以外における温室効果ガス削減で排出量を相殺する (Offsets) ことが認められている。この上限は排出権価格が一定額に達した場合、5~10%に引き上げられる可能性がある。

■西部気候 イニシアティブ (WCI)

2007年に発足し、RGGIと同じく「キャッ

BUSINESS
ビジネス

プ・アンド・トレード型
のシステムを通して温室効
果ガス削減を目指すWCI
(The Western Climate Ini-
tiative / 西部気候イニシア
ティブ)は、08年に排出権
取引の制度設計報告草案を
公表した。現在の参加州は、
アメリカのアリゾナ州、カ
リフォルニア州、ニューメ
キシコ州、オレゴン州、ワ
シントン州、ユタ州、モン
タナ州とカナダのマニト
バ、ブリティッシュコロン
ビア、ケベック、オンタリ
オ(08年12月現在)で、排
出権取引制度はこうした参
加州による法令・規制・政
策を通じて実施されること
となる。

■シカゴ気候取引所 (CCX) シカゴ気候先物取 引所 (CCFE)

民間部門においても活発
な排出権取引への取り組み
が見られる。温室効果ガス
全6種類の削減と取引を
実施するためのプログラム
を提供しているシカゴ気候
取引所 (Chicago Climate
Exchange (CCX)) は、自
主的かつ業界横断的な組織
で、2003年に発足した。
参加企業は定められたベ
スラインから少なくとも毎
年1%ずつ温室効果ガス排
出量を減少し06年までに合
計4%の削減が求められて
いたが、07年からは毎年
0.25%ずつ (Phase IIの
みへの参加企業は1.5%
ずつ) 減少し、10年までに
少なくとも6%の温室効果
ガス排出量削減を目標とし
ている。その100%子会
社であるシカゴ気候先物取
引所 (Chicago Climate Fu-
tures Exchange (CCFE))

は04年以来取引を続けて
いる。

再生可能 エネルギー 利用割合基準

近年、RPS (再生可能
エネルギー利用割合基準)
を取り入れる州が増加して
おり、現在32の州とコロ
ンビア特別区 (RPS目標値
を設定しただけの州も含
む) 2008年11月現在
が参加している。これは、
電力の小売事業者に対して
その供給電力の一定量を再
生可能エネルギーからの電
力にするように義務付けた
もので、電力会社は自ら再
生可能エネルギーを発電す
るか、他から電力を購入す
るか、もしくは証書 (Re-
newable Energy Certifi-
cate) を購入するか、いず
れかの方法をとることにな
る。市場原理が働くことで、
決められた再生可能エネル
ギーの総量を安いコストで
達成することを目指してい
る。その目標値やエネルギ
ー源などは州によってそれ
ぞれ異なる。

ニューヨーク州では04年
9月からRPSを取り入
れ、13年までに全電力の
25%を再生可能エネルギー
からの電力にすることを目
標としている。エネルギー
源としては、バイオガスや
バイオマス、液体バイオ燃
料、燃料電池、水力電気、
太陽光発電、潮力発電、風
力発電などが考えられてい
る。ニュージャージー州も
06年から参加、全体の22.
5%の電力を再生可能エネ
ルギーからの電力にし、少
なくともそのうち2%は太
陽光発電を利用するとして

いる。ペンシルバニア州で
は20年までに全体の18.
5%を、ニューハンプシャ
ー州では25年までに全体の
25%を再生可能エネルギ
ーからの電力にするとし
ている。

コネティカット州やマサ
チューセッツ州、デラウエ
ア州、メリーランド州では、
先に義務付けていた再生可
能エネルギー利用割合を更
に拡大し、コネティカット
州は20年までに27%、マサ
チューセッツ州では20年ま
でに15%そして30年までに
25%、デラウエア州で19年
までに20% (うち2%を太
陽電池から)、メリーラン
ド州では22年までに20%の
割合で、再生可能エネルギー
からの電力に変える方針
を打ち出している。

メイン州では1999年
と早くからRPSを取り入
れ、2000年までに30%
の電力を再生可能エネルギ
ーからにする目標を掲げて
いたが、06年には17年ま
でに更に10%引き上げる目標
を発表した。また、ロード
アイランド州でも、06年末
までに供給電力の3%を再
生可能エネルギーからの電
力にすることが電力会社に
義務付けられていたが、そ
の後、20年までに1年ごとに
1%ずつ増加することが更
に義務付けられた。

イリノイ州では、07年に
REB (Renewable En-
ergy Standard) とEED
S (Energy Efficiency
Portfolio Standard) を設
定し、電力会社は再生可能
エネルギーからの電力を08
年には全体の2%に、その
後徐々に増加させ25年ま
でに25%にすることが義務付
けられた。うち75%を風力
発電にする考えである。

テキサス州では、05年に
再生可能エネルギーの発電
量増加政策が法定化され、
15年までに5880メガワ
ットスケールの再生可能エ
ネルギーの発電所建設が予
定されている。更に25年ま
でに、1万メガワットの発
電が可能となるよう目標を
掲げている。

カリフォルニア州では、
06年9月にシュワルツネ
ッガー知事が法案107
(Senate Bill 107) に署名し
たことにより、州内の三大
電力会社 (Pacific Gas & E-
lectric / Southern Edison /
San Diego Gas & Electric)
は、10年までに少なくとも
全体の20%の電力を再生可
能エネルギーからの電力
にすることが義務付けら
れた。

大気の本質

空気が生命維持のために
不可欠であることは述べる
までもないが、地球の表面
を取り巻く大気は太陽の強
烈な紫外線やX線を遮ると
ともに保温の役割なども果
たしている。大気汚染は人
体に有害であるだけでなく、
農作物や山・河川など
の自然にも強い悪影響を与
え、はるか上空においては
オゾン層破壊の要因ともな
る。大気汚染の源は自然界
にも存在するが、ここから
は主に人為的な活動によっ
て発生する汚染源に焦点を
当て、アメリカの大気の本
質を見てみたい。

■一酸化炭素

排出される一酸化炭素の
95%は車の排気ガスによる
ものである。残り5%が工
業プロセスや定置用燃料の
燃焼、または山火事などの

自然災害によって排出され
る。普通、炭素を含む物体
が不完全燃焼を起こした場
合に一酸化炭素が発生する
が、一酸化炭素は無色・無
臭で感知しにくい上に人体
に与える毒性は強力で、重
傷になると、脳神経細胞を
破壊したり、意識不明や死
亡に至ることもある。

図2に見られるように、
2006年の大気中の一酸
化炭素平均濃度は1980
年に比べ75%低下しており、
過去27年間の最低値を記録
した。これは車からの一酸
化炭素排出量低下が大きく
貢献していると考えられる。
低下の割合は地域(1)が85%
と最も大きい。これは同
地域は80年の外気中一酸化
炭素濃度が他地域よりもか
なり高かったためでもある
(地域番号はマップA参照)。

■鉛

鉛はガソリンや陶器製
品、ペンキ、電池、金属の
快削性向上のための合金成
分などを作る際に使用され
てきた。過去、車両関連産
業による排出量が最も多か
ったが、70年代から80年代
にかけて加鉛燃料が使われ
なくなったことから、同産
業による鉛排出量は低下し
ている。最近では、製錬所
など金属加工を行う工場付
近で鉛の濃度が高いことが
確認されている。とはいえ、
80年から2006年の間に
鉛排出量は96%も低下して
おり(図3参照)、全国大
気質基準 (NAAQS) より
も高い数値を示す地域は
1982年以降0となっ
ている。

■窒素酸化物

一酸化窒素と二酸化窒素
などで、石炭や石油、天然
ガスなどの燃料の燃焼、車
の排気ガスや工場設備など

BUSINESS
ビジネス

図2 アメリカの一酸化炭素濃度 (1980年-2006年)

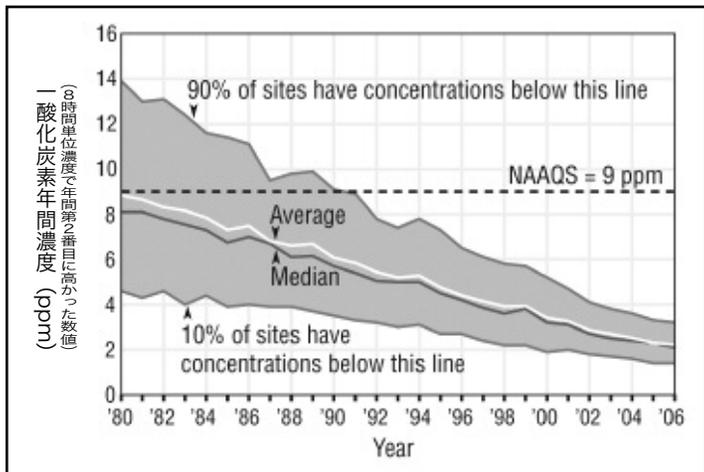


図3 アメリカの鉛濃度 (1980年-2006年)

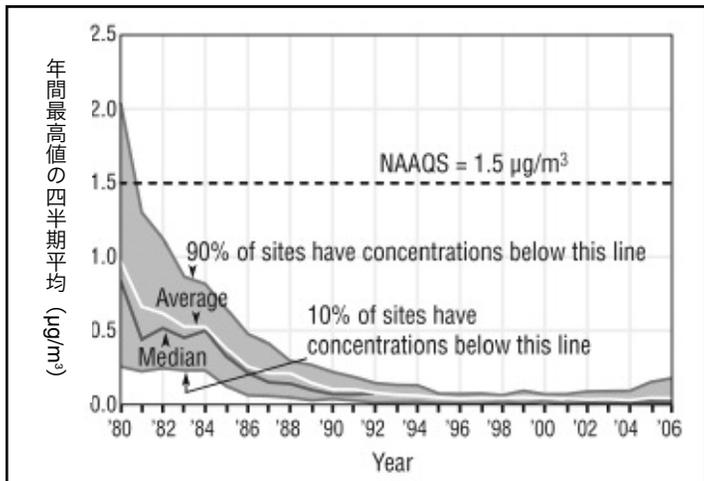
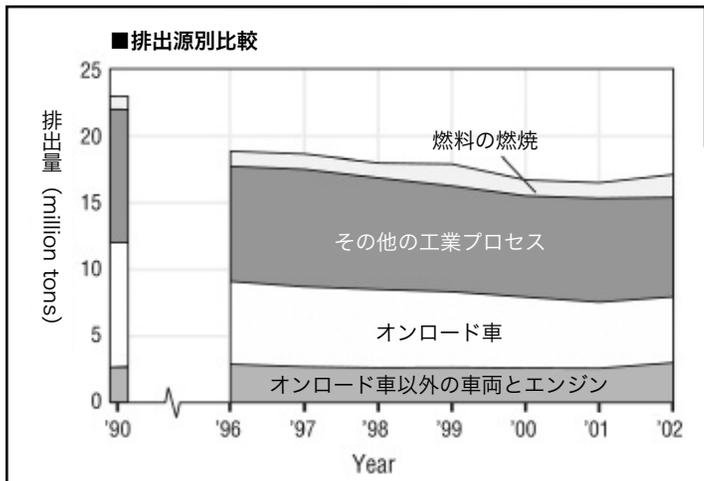


図5 アメリカの揮発性有機化合物排出量 (1990年, 1996年-2002年)



マップA 地域区分

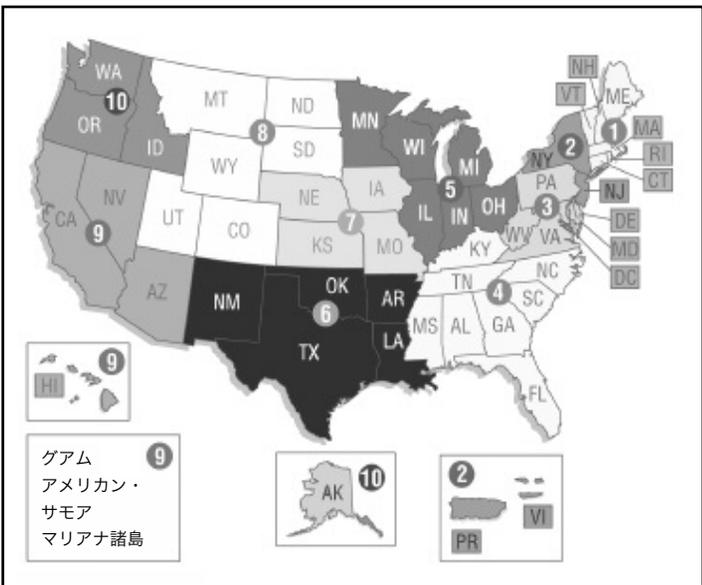
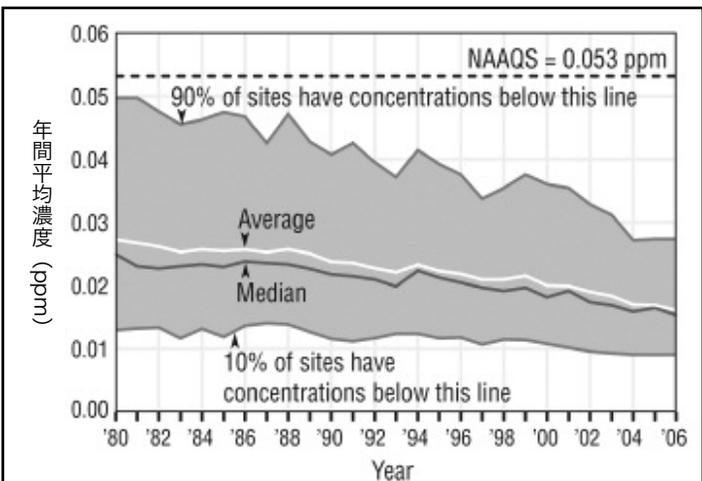
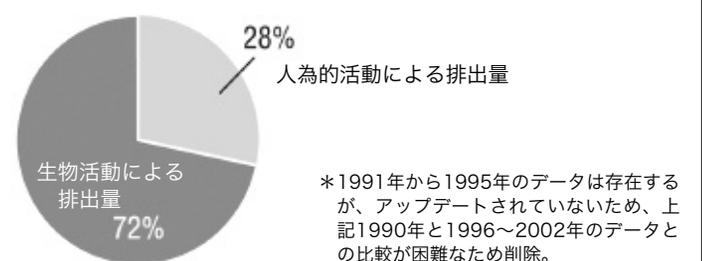


図4 アメリカの窒素酸化物濃度 (1980年-2006年)



Source: EPA's 2008 Report on the Environment

■ 人為的活動による排出量と生物活動による排出量比較



* 1991年から1995年のデータは存在するが、アップデートされていないため、上記1990年と1996~2002年のデータとの比較が困難なため削除。

Source: EPA's 2008 Report on the Environment

から発生し、大気汚染の原因となる。家庭内の調理器具や暖房器具からも排出され、室内空気の窒素酸化物の濃度が、大気中濃度に比較して非常に高い場合もある。窒素酸化物は眼を刺激し、呼吸器系に影響をもたらすなど人体にも害を与える。

2006年の窒素酸化物の平均濃度は1980年に比べ41%低下している(図4参照)。窒素酸化物濃度は通常都会のほうが高いが、81年の調査で窒素酸化物濃度が全国大気質基準を上回っていた7つの地域はどれも92年には基準値よりも下がっている。最も低下度合いが高かったのは地域

1(1980年から49%低下している。現在、全体の中で地域(2)と(9)が比較的高い数値を示している(地域番号はマップA参照)。

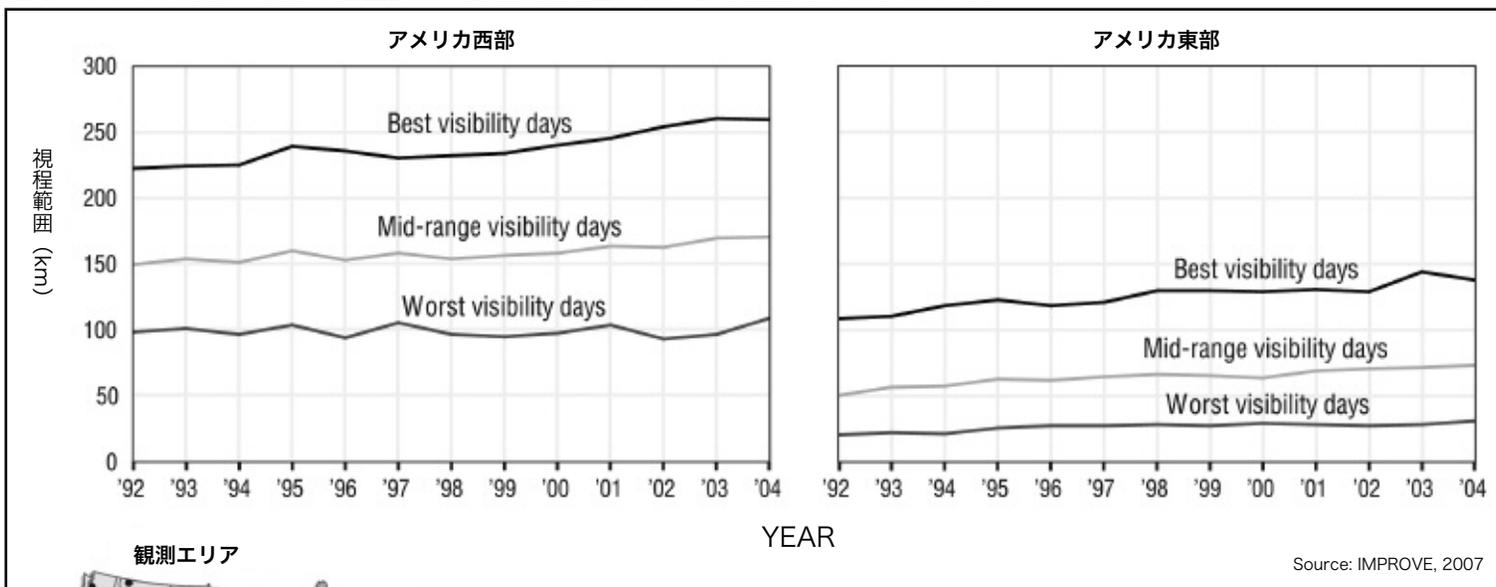
■ 揮発性有機化合物

揮発性有機化合物とは、常温常圧で空气中に容易に揮発する物質の総称で、炭素化合物(一酸化炭素、二酸化炭素、炭酸ガス、炭酸、炭酸塩、炭酸アンモニウム

を除く)もその中に含まれる。多くは、比重が水より重く、粘性が低く難分解性であるため、地層粒子の間に浸透して土壌や地下水を汚染する。ただし揮発性有機化合物の72%は生物活動により発生するもので、人為的活動によるものは全体の28%となる。NEI (National Emissions In-

ventory)のデータによると、90年から2002年の間に、人為的揮発性有機化合物発生量(山火事などにより発生したものは除く)は25%低下している(図5参照)。1990年のデータでは人為的原因で発生するもの全体の84%は工業プロセスと車が原因となっていたが、こうした産業の環

図6 アメリカ東部・西部の国立公園・自然保護地区における可視性 (1992年-2004年)



■粒子状汚染物質
粒子状物質 (PM) とは
境改善姿勢により、2002年には同産業の占める割合は72%に低下している。同年時点では地域(4)が最も高い平均数値を示している(地域番号はマップA参照)。

固体および液体の粒で、工場などから排出される煤塵、物体の粉砕などにより発生する粉塵、ディーゼル車の排ガスに含まれる黒煙、または土ほこりなどが例として挙げられる。大気中に長期間とどまって肺や気管などに沈着しやすい



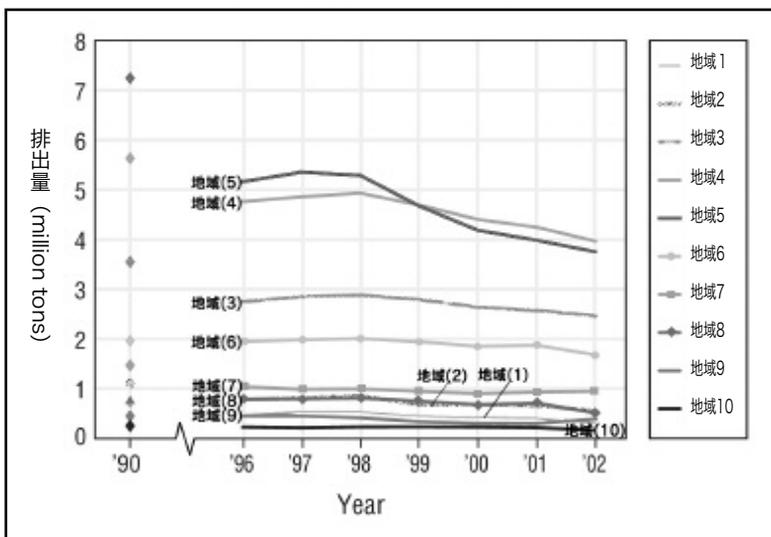
観測エリア
*観測地はアメリカ西部28カ所、アメリカ東部10カ所。
*空中塵埃の構成要素とそれぞれの光減衰度を測ることによって観測。

東部の国立公園・自然保護地区の可視性は西部のそれに比べて非常に悪く、東部の最高視程値は、西部の最悪視程値をわずかに上回っている。

■地域煙霧
煙霧は発電所や車、工場などからの大気汚染により、地域的に白のペールや茶色のもやがかかり、可視性が著しく低下する現象である。微粒子が日光を吸収し散乱させることによって引き起こされるが、このもやを起す汚染は、人体、特に慢性の呼吸器疾患を患っている人々にとって深刻な健康上のリスクとなる。

め、呼吸器に影響するといわれている。測定上、粒径が2.5ミクロン以下のPM2.5と粒径10ミクロン以下(PM10を含む)のPM10に分けられるが、アメリカ東半分地域のPM2.5は西部に比べて硫酸塩を多く含み、またナトリウム・硫酸塩のPM2.5には硝酸塩が多く含まれるなど、地域による特徴が見られる。両PM濃度とも全国的に減少傾向にあるが、地域(10)では1988年から2006年の間にPM2.5濃度が68%も低下している。年平均濃度で見ると、地域(8)が最も低い数値を保っている(地域番号はマップA参照)。

図7 アメリカの二酸化硫黄排出量 (1990年, 1996年-2002年)



*地域番号はマップA参照。

Source: EPA's 2008 Report on the Environment

ているだけである。東部の最低視程日の視野は19マイル、最高日の視野が85マイルであるのに対して、西部は最低日でも68マイルの視野があり、最高日になると視野162マイルとなる。

■二酸化硫黄
不純物として石炭・原油中に含まれる硫黄の酸化により石炭や石油などの燃焼時に発生し、製鉄・銅精錬工程からも排出される主要大気汚染物質の一つとして知られている。二酸化硫黄による汚染大気は呼吸器を刺激し、せきやぜんそく、気管支炎などの障害を引き起こすが、全米で二酸化硫黄排出量が全国大気質基準値を超える地域に住む住人はごく少数と見られている。1990年から2002年の間に二酸化硫黄排出量は全体的に37%低下しているが、地域(4)(5)では現在でも比較的高い二酸化硫黄排出量がある。しかし地域(5)では1990年と比べると

とその量が50%近くも低下している。地域(10)は持続的に低い数値を保ってきている(図7参照)(地域番号はマップA参照)。

世界中で気候変動問題への関心が高まる中、環境問題に関して高い意識を持つことは地球人としての使命といえるかもしれない。こと排出権取引に関しては、「排出することのできる」という「権利」を対象としたものであるが故、なじみにくい面もある。最大の関心事は環境面にあるべきだが、同システムがマーケットベースの環境調整メカニズムであることから、両立しにくいといわれている経済面と環境面のバランスをうまくとることが規制当局側の今後の課題となるだろう。次回は、酸性沈着や水銀、有害大気汚染物質、オゾンなどの汚染源に焦点を当て、引き続きアメリカの大気の状態を見ていきたい。



アメリカ 環境白書

米国内の大気の大気質 酸性沈着・酸性雨／水銀

第2回

地球環境の中で生存する生物は環境破壊の影響から逃れることはできない。故に生存環境は全地球的なテーマであることは述べるまでもないだろう。昨今、気候変動問題が取りざたされる中、京都議定書から離脱したとはいえ、アメリカ国内では多くの州や機関が独自のプログラムを推進している。温室効果ガス削減活動を正確に記録するためのシステム整備に取り組みカリフォルニア気候行動登録制度や北東部のNESCAUM、温室効果ガス排出権取引を実施する複数州の協定RGGYや民間レベルでの取り組みを推進するシカゴ気候取引所・シカゴ気候先物取引所などの各機関の働き、また再生可能エネルギー利用割合基準を取り入れた地域の動向など、更にはアメリカの環境全体像を把握するため国内の大気の大気質を第一回目ではお伝えした。今回は引き続き、主に人為的活動によって発生する汚染源に焦点を当て、大気の大気質を見ていきたい。

大気の大気質

■酸性沈着・酸性雨

車や工場、発電所、ビルのボイラーなどで石油・石炭を燃焼する際に大気に放出される二酸化硫黄、窒素酸化物などの汚染ガスが大気中で硫酸や硝酸に変わり、雨水に取り込まれて酸性雨となる。この酸性雨は「湿性沈着 (Wet Deposition)」と呼ばれ、一方で非降水時の粒子状物質やガス状物質は「乾性沈着 (Dry Deposition)」と呼ばれる。この両者を合わせて「酸性沈着 (Acid Deposition)」と呼ばれる。

図1は改正大気浄化法 (Clean Air Act Amendments) が議会を通過した90年を含む1989-91年の3年間のデータをベースとし、硫酸イオン沈着と硝酸イオン沈着を2004-06年のデータと比較したもののだが、過去17年間で双方の沈着とも低下していることが分かる。ニューヨーク

州、メリーランド州、ウエスババージニア州、バージニア州、ペンシルバニア州の大部分、オハイオリバー地域において湿性硫酸イオン沈着の減少割合が高い。

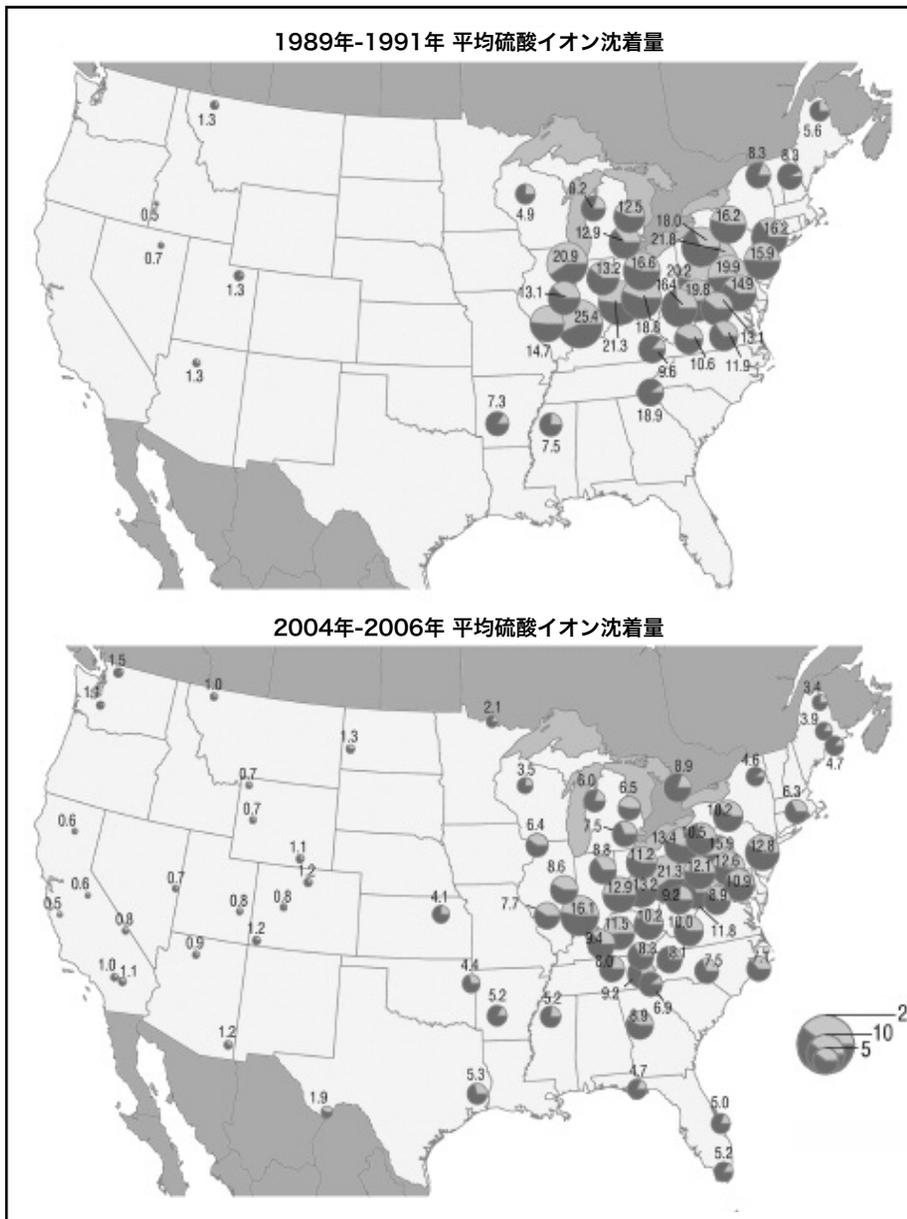
また湿性硝酸イオン沈着においても、北東部で33%、ミッドアトランティック地域で27%減少しているが見られているが、現状の測定方法では正確な数値

を割り出すことが少々困難であり、無機窒素の湿性沈着の量は全体的にはそれほど減っていないとの見方もある。

酸性沈着は水中のカルシ

ウム不足を招き、生物の骨や外骨格などを弱体化させるなど、水界生態系にも大きな影響を与える。90年代初期にはアディロンダック・マウンテン地域の湖とノーザン・アパラチアン地域 (ニューヨーク南部、ペンシルバニア中西部、ウエスババージニア東部) の川では酸性中和容量 (ANC) が減少し、多くが慢性的酸化 (ANCが5mg/L以下になると慢性的酸化と考えられる) と報告されたが、2005年時点ではかなり改

図1-(1) アメリカの硫酸イオン沈着 (1989年-1991年, 2004年-2006年)

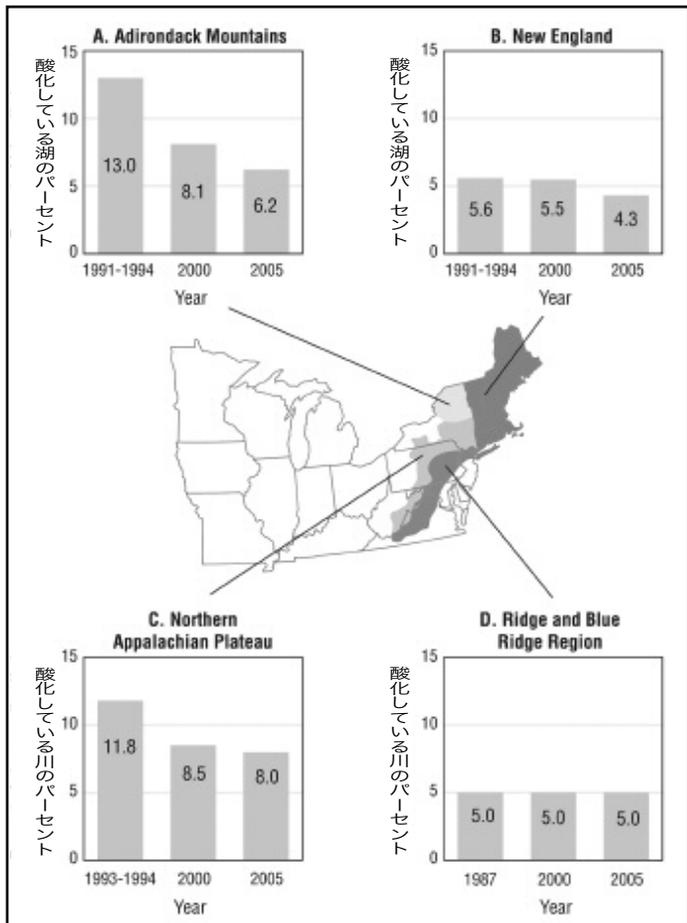


* 1989~1991年の観測地域は37カ所、2004~2006年の観測地域は73カ所。

Source: NADP, 2007; U.S.EPA, 2007

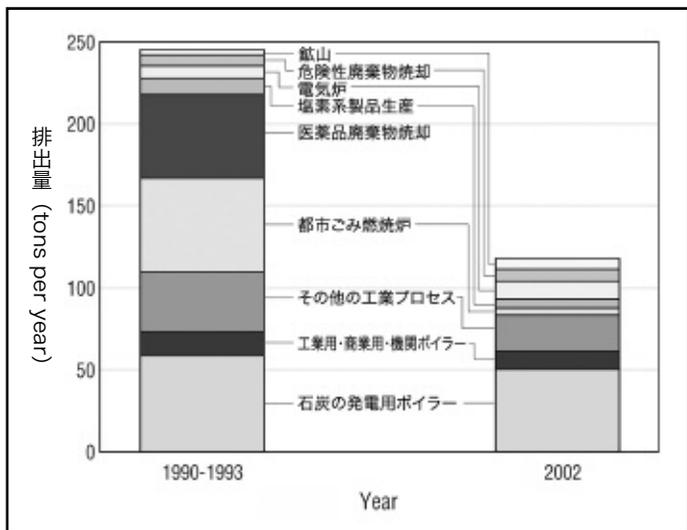
BUSINESS
ビジネス

図2 湖・川の酸化度合い (1987年-2005年)



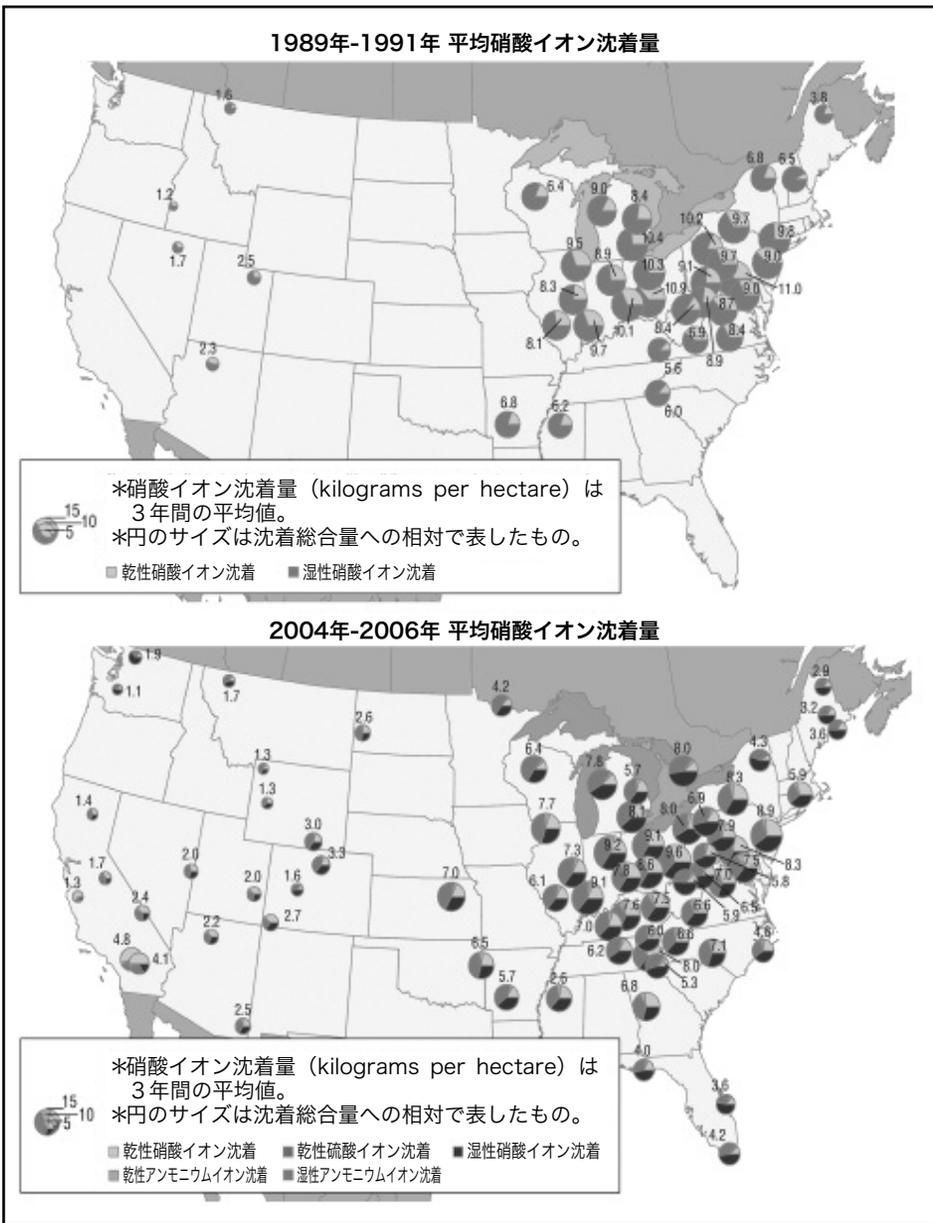
Source: EPA's 2008 Report on the Environment

図3 アメリカの水銀排出量 (1990年-1993年, 2002年)



*1990~1993年のデータは年間排出量 (tons per year) であるため、2002年のデータと比較可能。
*車両関連からの水銀排出量は除く。 Source: EPA's 2008 Report on the Environment

図1-(2) アメリカの硝酸イオン沈着 (1989年-1991年, 2004年-2006年)



*1989~1991年の観測地域は37カ所、2004~2006年の観測地域は73カ所。

Source: NADP, 2007; U.S.EPA, 2007

善している。ニューイングランド地域でも慢性的酸化と指定された湖の割合は緩やかだが減少傾向にある。これら3地域における水質

は改善の方向に向かっているといえ、これは酸性雨の減少と、酸性沈着の主要因となる二酸化窒素と二酸化硫黄排出量減少によるところ

ろが大きい。ただし、リッジ&ブルーリッジ地域(ペンシルバニア中東部、メーランド西部、バージニア西部)における酸性中和容

量は変わっておらず、90年代に慢性的酸化とされた川の水質は依然改善の方向に向かっていない(図2参照)。

■水銀

水銀は自然界に比較的豊富に存在するが、石炭の燃焼や医療品等廃棄物焼却、一般廃棄物処理、鉱物発掘、薬品製造などの工業プロセスによっても多く大気中に排出される。外に放出された水銀は、大気、水、土壌および生物圏を循環し、このサイクル中、人は主に食物を介して水銀を取り込んでいる。故に魚介類中の水銀濃度が問題となっている。医療品等廃棄物焼却所と一般廃棄物処理プラントにおける水銀排出量が抑制されたことにより、1990-93年から2002年の間に、全米における水銀年間排出量は245トンから119トンに減少(52%の低下)した。02年時点では、石炭を燃焼する発電所が最も大きな大気中への水銀排出の原因となっており、全体の42%を占めている(図3参照)。

次回も引き続き大気の水質を見ていきたい。

BUSINESS
ビジネス

有害大気汚染物質は、継続的に摂取した場合に健康に害を与える恐れのある物質で大気汚染の原因となるものと解説される。例として、ガソリンに含まれるベンゼンや時にドライクリーニング施設から排出されるパークロロエチレン、不燃性ペイント除去剤混合物の成分に用いられる塩化メチレンなどが挙げられる。

NEI (National Emission Inventory) のデータによれば、有害大気汚染物質の年間排出量は、1990-93年の720万トンから2002年の460万トンに減少(36%の低下)している。これには固定発生源(移動性のない工場や事業場など)と車両関連からの排出量減少が大きく貢献している。

また、ガソリンスタンドや車の排気ガス、燃料気化、石炭・石油燃焼などから排出されるベンゼンは、大気や水質を汚染するだけでなく、がんや免疫システム障害の原因となるなど人体へ

大気の質

このシリーズでは、地球温暖化問題の主因といわれる温室効果ガス排出量抑制や再生エネルギー利用に関する国・地方・企業レベルでの様々な取り組みとともに、アメリカの環境全体像を把握すべくアメリカ国内の大気の水質をお伝えしてきたが、今回も引き続き大気の水質、そして空気同様な重要な資源である水質を見てみたい。



アメリカ

環境白書

第3回

米国内の大気・水の質
有害大気汚染物質／オゾン／表流水

も悪影響があるが、その大気中濃度は1994年から2006年までに全米で55%も減少した。

オゾン

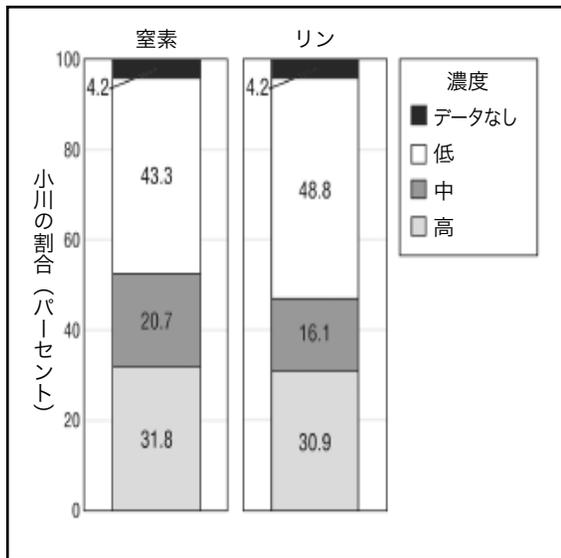
オゾン層(成層圏に存在するもの)は人体に有害な紫外線が地上に降り注ぐ量を和らげてくれるが、地上付近に存在するオゾンは光化学スモッグの際に生成し大気汚染物質である上、オゾンは酸化力を持つために高濃度では猛毒ともなる。平均オゾン濃度は低下傾向にあり、2004-06年が最も低い数値を示したといえ、EPAは全米で約7700万人が全国大気質基準(1997 8-hour NAAQS)を上

回る地域に在住していると報告している。ワシントン州、オレゴン州、アイダホ州は以前から比較的低い濃度を保ってきている。

水の質

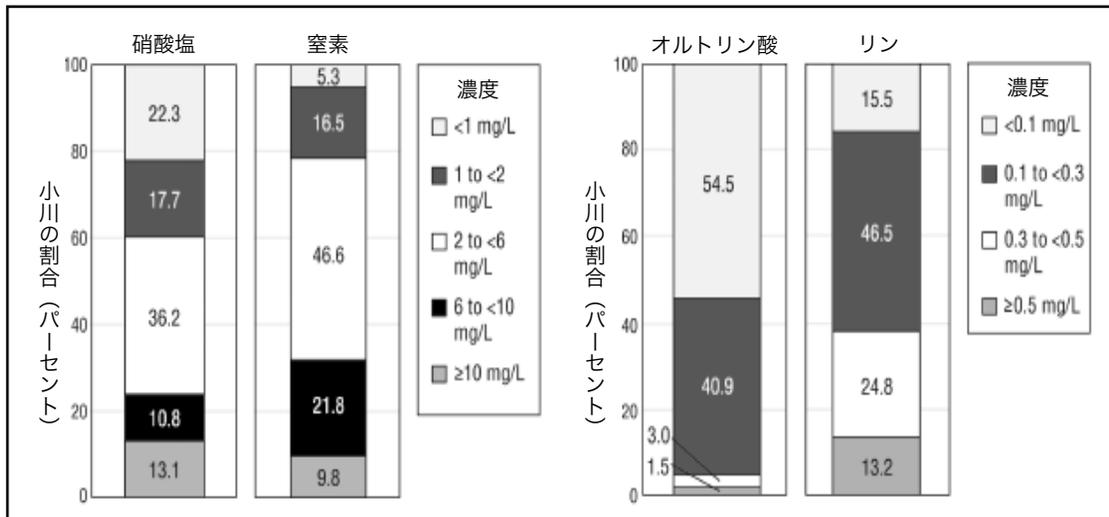
空気同様、生態系に必要不可欠な重要資源である水。地球上に広く分布し、海洋・氷雪・湖沼・河川・地下水や大気中の水蒸気などとして存在するが、ここでは表流水(湖や沼、川のように表地面にある水)に焦点を当て、その汚染状況を見ていこう。

図1 小川の水質とリン含有度合い (2000年-2004年)



Source: EPA's 2008 Report on the Environment

図2 畑作流域の小川における窒素とリン含有度合い (1992年-2001年)



*硝酸塩データの観測地は小川130カ所。窒素データの観測地は小川133カ所。オルトリン酸データの観測地は小川132カ所。リンデータの観測地は小川129カ所。観測地は現在実際に使用されている畑作地域の小川で、これらはUSGS NAWQAプログラムが調査したアメリカの主要な河川36カ所の水域に位置している。

Source: Mueller and Spahr, 2005

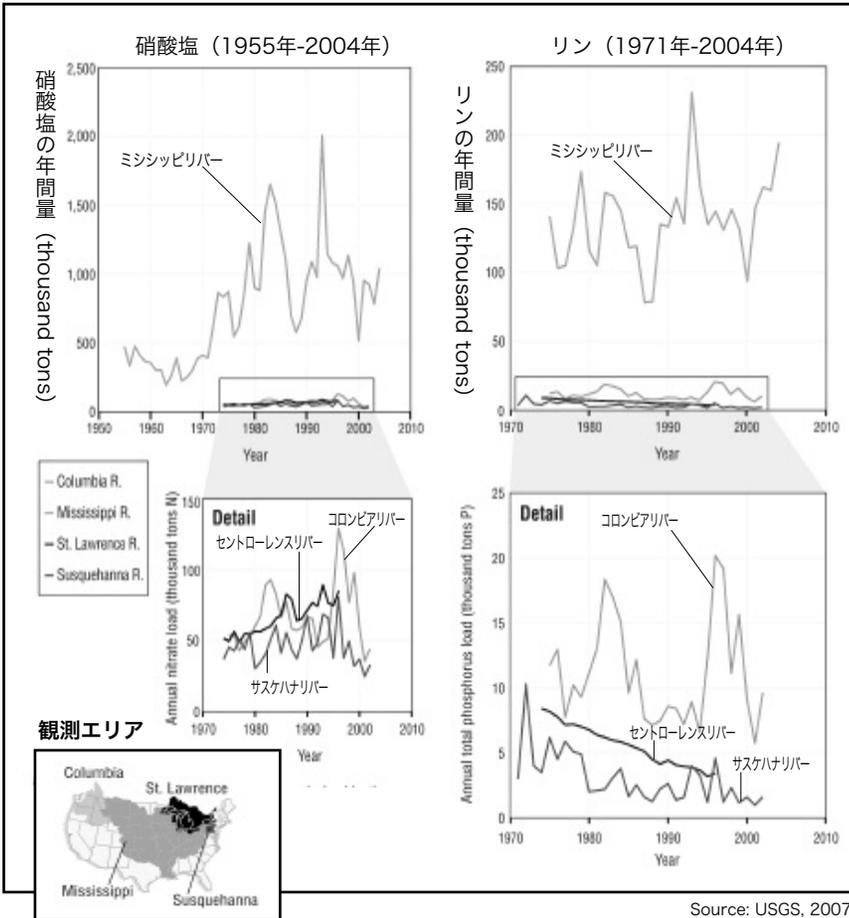
■表流水
■窒素とリン
小川
窒素とリンは藻類などの栄養源で、水界生態系に不可欠なものではあるが、その量が超過すると藻類の数が増加し、湖や小川だけで

・畑作流域
畑作流域で窒素が超過する原因は、化学肥料や家畜糞尿が主で、その他浄化槽や大気沈着物などが挙げられる。リンが増加する原因

なく大きな河川にまで影響を与えるとともに、藻類の繁殖は水中の酸素不足を招き、魚などの生物にも影響を与えることになる。

全米の小川の43・3%は窒素の含有量が低いが、31・8%の小川で高い含有量が測定されている。リンもよく似た傾向で、低い含有量の小川が48・8%、含有量の高いところが30・9%となっている(図1参照)。

図3 主な4つの河川における硝酸塩とリン含有量



河川における窒素やリン含有量の超過原因は、前述した化学肥料、家畜糞尿、浄化槽、大気沈着物の他に、直接河川に流れ込む雨水や処理水が挙げられる。汚染された河川水が海洋に流れ込むことによってその影響が広がることになる。

図3を見ると、ミシシッピ河川における窒素やリン含有量の超過原因は、前述した化学肥料、家畜糞尿、浄化槽、大気沈着物の他に、直接河川に流れ込む雨水や処理水が挙げられる。汚染された河川水が海洋に流れ込むことによってその影響が広がることになる。

にも化学肥料や家畜糞尿が考えられ、他には汚水やリン酸洗剤などもその原因となる。

図2に見られるように、全体の約60%の畑作流域が2mg/L以上の硝酸塩を含んでいるが、含有量が10mg/L以上の流域は全体の約13%にとどまっている。また、約85%の畑作流域で0.1mg/L以上のリン含有量が測定されており、約13%の地域で少なくとも0.5mg/Lのリン含有が確認されている。

ピリバーはその他3つの河川に比べて約15倍もの硝酸塩を含んでいることが分かる。同河川の硝酸塩含有量は過去50年の間に際立って増加しており、1950年代〜60年代には年間20万〜50万トンであったのに対して、80年代〜90年代にかけてはその年間平均が約100万トンに増加している。広大な農業地帯や人口密度の高い都市を流れるために、各所で処理し切れなかった農業や化学肥料などが河川に流れ、硝酸塩含有量を高めていると考えられている。硝酸塩同様、リン含有量もミシシッピリバーが最大だが、セントローレンスリバーとサスケハナリバーでは減少傾向にある。雨は小川などからの水が河川に流れ込むスピードや腐食作用を速めるため、降水量の多い季節には河川の窒素とリン含有量が増加する傾向にある。

図4 小川の底生生物のIBI (2000年-2004年)

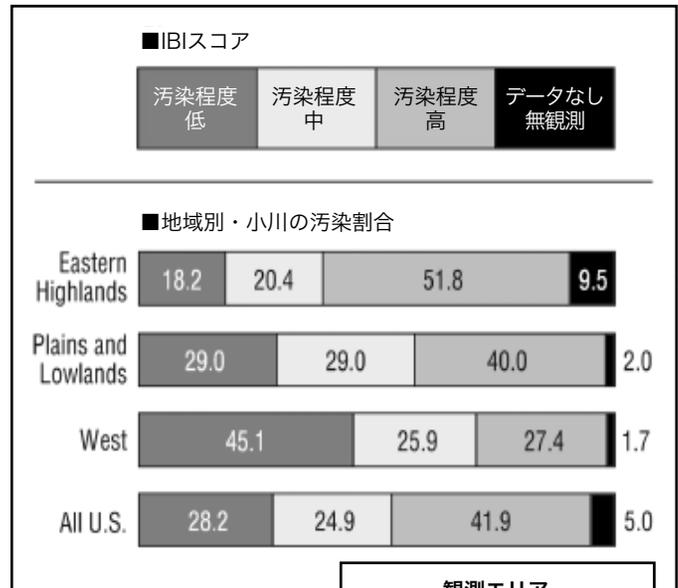
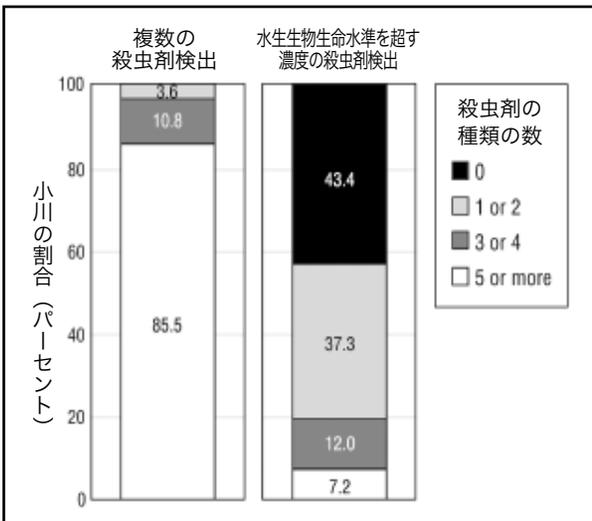


図5 畑作流域の小川における殺虫剤含有量(1992年-2001年)



*現在実際に使用されている畑作地域の小川183カ所で観測。これらはUSGS NAWQAプログラムが調査したアメリカの主要な河川36カ所の水域に位置している。

Source: Gilliom et al., 2007

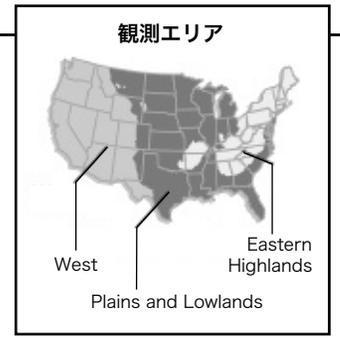
質が汚染されると、生態系の社会構造に大きな影響を与えることになる。

IBI (Index of Biological Integrity) を基準として底生生物のコンディションを調査分析した結果、「汚染が少ない地域」と認められた小川は全体のわずか4分の1強で、全体の41.9%は「ひどく汚染された地域」の範疇に入った。図4に見られるように西部では「ひどく汚染された地域」は27.4%にとど

まったが、イースタンハイランド地域ではその数値が51.8%とかなり高く、同地域で汚染が進んでいることが分かる。

■畑作流域の小川における殺虫剤含有量

雑草・害虫駆除などに、全米で年間10億ポンド以上の殺虫剤が使用されているが、この約80%は農業用として利用されている。観測地域すべてにおいて少なくとも1種類の殺虫剤が確認されており、5種類以上が確認された地域は全体の約86%に上っている。また、全体の約57%の地域で水生生物生命水準を超過濃度の殺虫剤が1種類以上検知されており、同水準を超過殺虫剤が5種類以上見られた地域は約7%に上った(図5参照)。



Source: EPA's 2008 Report on the Environment



アメリカ環境白書

米国内の水の質

地下水／沿岸水／魚介類

最終回

「アメリカ環境白書」と題し、地球温暖化問題の主因といわれる温室効果ガス排出量抑制対策として州・機関が推進する独自のプログラムや地域の動向に加え、アメリカの環境全体像を把握すべく、主に人為的活動によって発生する汚染源に焦点を当て、国内の大气の質と水の質をシリーズでお伝えしてきたが、今回は引き続き水の質として地下水・沿岸水・魚介類の汚染度におけるデータ分析をご紹介します。これで同シリーズの締めくくりとさせていただきます。

水の水質

■地下水

■畑作流域における浅層地下水中の硝酸塩と殺虫剤
地下水の硝酸塩レベルが上がる要因となるのは、化学肥料や家畜糞尿、浄化槽などだが、浅層地下水（深さ100フィートまで）は

未処理のまま使用する家庭もあるため、浅層地下水が汚染された場合にそれが人体に与える影響が懸念されている。硝酸塩濃度の高い飲料水は高メトヘモグロビン血症などの疾患を引き起こすといわれている。殺虫剤も飲料水などに入った場合、人体に悪影響を及ぼす。実際に使用されている畑作流域の井戸約58%で硝酸塩濃度2mg/L以上が検知されたという結果が出ているが、現在使用されていない地域の井戸水のほとんどは1mg/L以下と考えられている。また、調査地域全体の約21%の井戸が連邦の飲料水水準（硝酸塩濃度10

mg/L）を超す硝酸塩を含んでいた。殺虫剤に関しては、全体の約60%で少なくとも1種類の殺虫剤が検出されており、5種類以上が見つかった井戸は9.5%となっている。人体健康水準を超す濃度の殺虫剤を含む井戸も約1%とはいえ存在している（図1参照）。

■沿岸水

■沿岸水の栄養状態
水質の汚染物質は様々あるが、水の栄養状態を分析する際は、次の4つの要素が考慮される。

- (1) 栄養素（窒素・リン）
- (2) クロロフィルa
- (3) 溶存酸素量
- (4) 水の透明度

1997-2000年のデータでは、全国的に40%の汽水域地帯が良好な栄養状態を保っており、11%が不良、残り49%が中程度とランクされている。数値は地域によって開きがあり、地域(1)では全体の71%が良好と認められたのに対し、地域(2)では良好とされる水はわずか10%以下となっている。なお、不良値が

15%を超しているのは地域(3)だけにとどまった（図2参照）。

(1) 栄養素（窒素・リン）
汽水域地帯全体の82%で低い窒素濃度を保っており、高い濃度が検出されたのは全体の5%となっている。地域(2)と(3)で最も広く高濃度のエリアが見られる（それぞれ15%と16%）反面、地域(1)(4)(9)(10)では高濃度エリアは0%となっている。

リン濃度は全体の53%のエリアで低い濃度を保っており、高い濃度が検出されたのは全体の9%となっている。地域(9)の52%のエリアで高濃度が検出されている一方で、地域(10)では高濃度エリアが0と、最もよいコンディションを保っている。

(2) クロロフィルa
クロロフィルa濃度を低く保っているのは全体の51%で、8%の地域で高濃度のクロロフィルaが見られた。高濃度エリアが最も広いのは地域(3)で27%という数値を示しているが、その他の地域はすべて高濃度エリアが10%以下にとどま

っている。

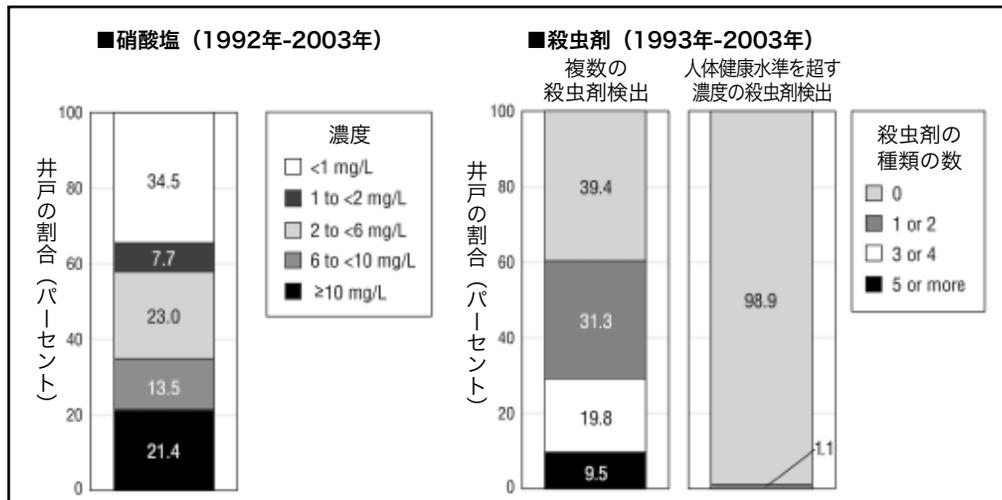
(3) 溶存酸素量
溶存酸素濃度が5mg/L以上あれば海洋生物に良好であると考えられており、5mg/L以下になると有害である可能性が出てくる。これが2mg/Lより下がる

を切ったのは全体のわずか4%となっている。
(4) 水透明度
全体の62%が標準状態よりも高い透明度を保っており、25%のエリアが低透明度と分析されている。最も透明度が高いのは地域(1)で低透明度エリアは0%という数値となっており、地域(2)がそれに続く透明度を保っている。反面、地域(3)では全体の43%のエリアが低透明度で、他に比べてその域が最も広い（地域番号はマップA参照）。

■堆積物の質

堆積物の汚染は底生生物に害を与え、ひいては汽水域地帯全体の生態系に悪影響を及ぼす。堆積物汚染は人為的活動の他に、嵐やその他の自然現象によっても

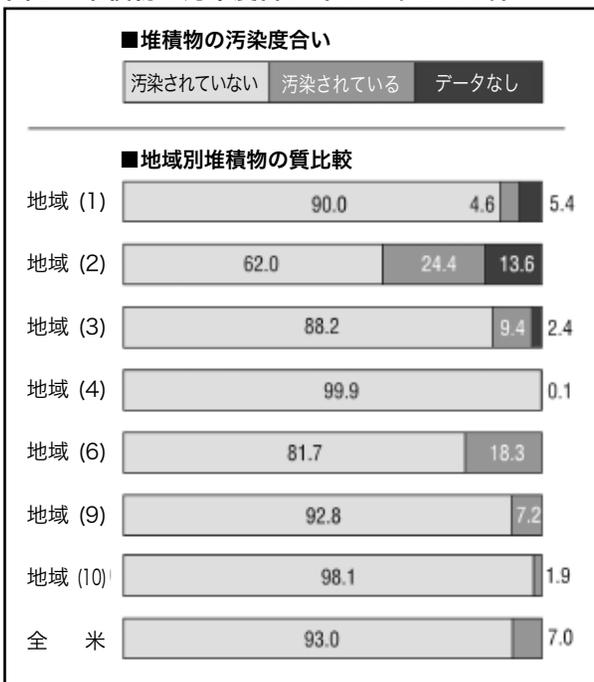
図1 畑作流域の浅層地下水に含まれる硝酸塩と殺虫剤の割合



* 硝酸塩データの観測地は井戸1,423カ所。殺虫剤データの観測地は井戸1,412カ所。観測地は現在実際に使用されている畑作地域の井戸で、これらはUSGS NAWQAプログラムが調査したアメリカの主要な河川34カ所の水域に位置している。
* 人体健康水準を超える濃度の殺虫剤が1種類以上見つかった井戸は0。
* 米国環境保護庁が定める飲料水基準は硝酸塩含有量10mg/L以下。
Source: USGS, 2007

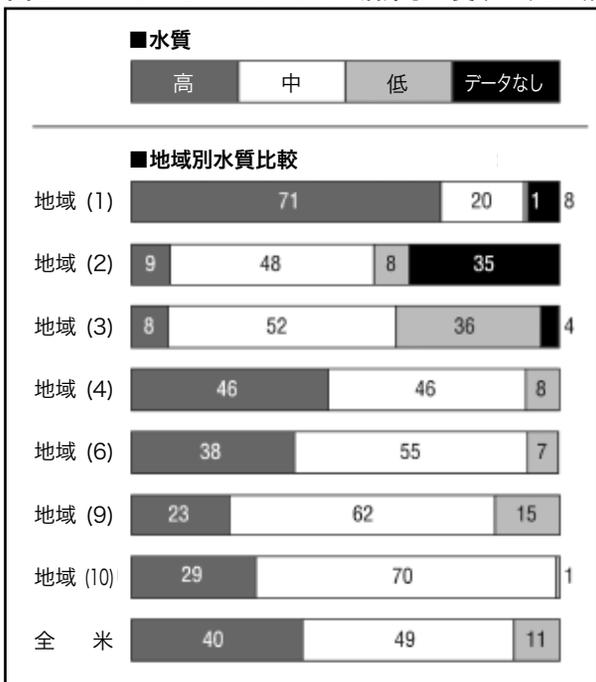
BUSINESS
ビジネス

図3 堆積物の汚染度合い (1997年-2000年)



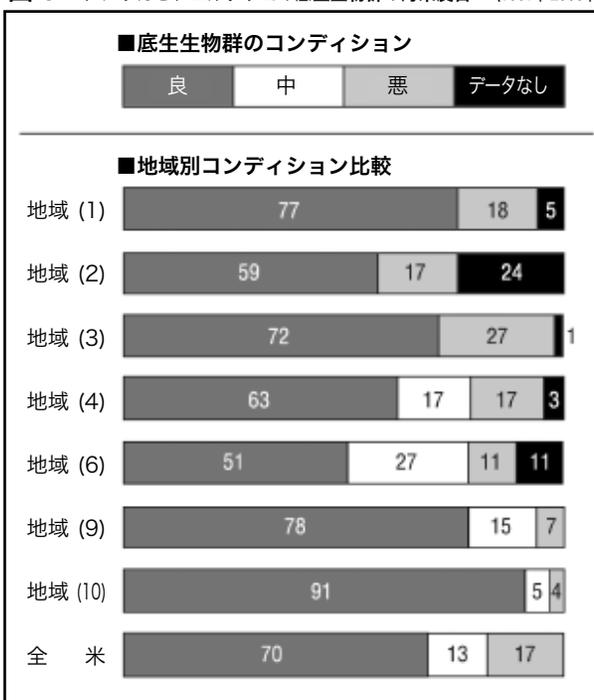
*国内48州とプエルトリコの汽水域の水質を調査。
*汚染されていない：ERM (Effects Range Median) を超える汚染物質が0。
*汚染されている：ERMを超える汚染物質が1つ以上検出。
*地域番号はマップA参照。 Source: EPA's 2008 Report on the Environment

図2 アメリカとプエルトリコの沿岸水の質 (1997年-2000年)



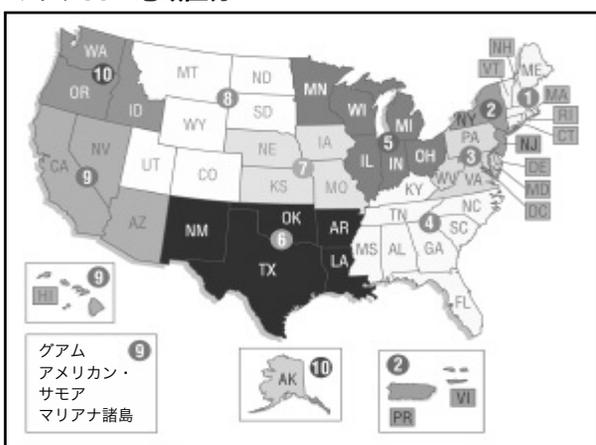
*国内48州とプエルトリコの汽水域の水質を調査。五大湖、ゴルフコースト沖合いの低酸素ゾーンは除く。
*地域番号はマップA参照。 Source: EPA's 2008 Report on the Environment

図4 アメリカとプエルトリコの底生生物群の汚染度合い (1997年-2000年)



*国内48州とプエルトリコの汽水域を調査。
*地域番号はマップA参照。 Source: EPA's 2008 Report on the Environment

マップA 地域区分



ごみの投げ捨てや大気沈着物、農業用水や都会の雨水などが湖の魚汚染の主原因となるが、水銀やPCBs、ダイオキシン、フランは国内48州中の湖・貯水池で広範囲にわたって検知されており、水銀とPCBsにおいてはすべての地域で魚と底生生物両方に確認されている。ダイオキシンとフランが魚の中に検知されたエリアは全体の81%、底生生物中に検知されたエリアは99%に上った。また、DDTは78%のエリアで魚中に、98%のエリアで底生生物中に見られた。

もたらされる。堆積物汚染状況は、特定の生物の毒性を生物検定したり、底生生物群のコンディションを調査したりすることによって知ることができる。全体の7%の地域における堆積物が有害(またはその可能性あり)と分析されている。水の透明度が全国で2番目に高かったにもかかわらず、地域(2)は24%と最も広いエリアにわたって汚染物質が見られる。最も汚染物質が少ないのが地域(4)で、無害エリアが99.9%を占めて

いる(図3参照)。
■底生生物群
汽水域地帯の底生生物には、環形動物や軟体動物、甲殻類動物などが挙げられるが、これらは海底堆積物の質と水質を良好に保つ上で重要な役割を果たしているとともに、魚や鳥などにとっての重要な栄養源でもある。また、水質からの影響に非常に敏感であることから、これら生物の健康状態は、水質調査上大切な指針ともなる。
図4に見られるように、底生生物の状態は、調査地

帯全体の70%で良好、13%が適度、残り17%が不良となっている。良好度が最も高いのは地域(10)で良好エリアが全体の91%、最も低かったのは51%の地域(6)となった。不良エリアが最も広いのは地域(3)の27%で、同数値が最も低かったのは良好値最高を示した地域(10)となっている。前述したように底生生物の状態は水質や堆積物の質に深く関係しているため、底生生物の状態が悪いエリアは、水質・堆積物調査によっても悪い数値が出ている。

■魚介類
■近海魚
魚好きの人にとっては魚介類の質は気になるところだが、魚介類の汚染度が低いと報告されたのは全米63%のエリアに上った。15%のエリアが適度で、高汚染度と認められたエリアは全体の22%となっている。汚染度が最も低かったのは地域(4)(低汚染度エリアが83%)で、汚染度が最も高いのは地域(2)と(9)(高汚染度エリアがそれぞれ41%と

40%)となっている。また、全米19%のエリアで、魚介類汚染の第一の原因と考えられているPCBs(ポリ塩化ビフェニル類の総称で、人工的に合成された産業用化学物質)数値がEPAガイドラインを超過している。その他にも、水銀やDDT(有機塩素系の殺虫剤の一種)、PAH(ベンゾピレン)などの化学薬品がガイドラインを超しているエリアが見られる(地域番号はマップA参照)。
■湖の魚
ごみの投げ捨てや大気沈着物、農業用水や都会の雨水などが湖の魚汚染の主原因となるが、水銀やPCBs、ダイオキシン、フランは国内48州中の湖・貯水池で広範囲にわたって検知されており、水銀とPCBsにおいてはすべての地域で魚と底生生物両方に確認されている。ダイオキシンとフランが魚の中に検知されたエリアは全体の81%、底生生物中に検知されたエリアは99%に上った。また、DDTは78%のエリアで魚中に、98%のエリアで底生生物中に見られた。