

## 米国、カナダで深刻化する水環境問題 ミシガン湖、ヒューロン湖の水位は過去最低



グローバルウォータ・ジャパン代表 国連環境アドバイザー 吉村 和就

1972年荏原インフィルコ入社。荏原製作所本社経営企画部長、国連ニューヨーク本部の環境審議官などを経て、2005年グローバルウォータ・ジャパン設立。現在、国連テクニカルアドバイザー、水の安全保障戦略機構・技術普及委員長、経済産業省「水ビジネス国際展開研究会」委員、千葉工業大学非常勤講師などを務める。著書に『水ビジネス 110兆円水市場の攻防』（角川書店）、『日本人が知らない巨大市場 水ビジネスに挑む』（技術評論社）、『水に流せない水の話』（角川文庫）など。

米国は世界最大の経済大国であり、農業大国である。しかしその両方を支えている水資源が危機的状況に陥っている。世界最大の淡水湖である五大湖の水質汚染や水位の低下、世界最大の帯水層であるオガララ帯水層の地下水位の低下など、米国の水を巡る環境が激変している。米国会計監査院（GAO）は、この状態が続くと米国の7割、36州が10年以内に水の危機に直面すると警告している。著者は米中西部のミシガン州やオハイオ州の水環境関係者と意見交換を行った。その内容も踏まえ、米国の水環境問題を紹介する。

エリー湖、オンタリオ湖からなり、全世界の淡水資源の2割を占める。約3000万人の米国人が五大湖からの水を飲料水として利用している。

五大湖の沿岸は米国とカナダの重化学工業を支えてきたエリアで、100年以上にわたり大量の有害廃棄物（水銀、PCB、ダイオキシン、紙パルプ工場からのフラン類）が排出されてきた（図2）。その多くは湖水や湖底に蓄積されている。また、農業肥料や農薬が流入し、最近ではパラスト水経由と思われる外来種（魚類、ゼブラ貝やバクテリア、ウイルス類）による生態系破壊が問題に

なっている。農業国でもある米国では、肥料の過剰投与や農薬の溶出による水質汚染がさらに加速。経済協力開発機構（OECD）は、米国農業による水質汚染への影響度は河川汚染の約60%、湖沼汚染の30%、河口・沿岸汚染の15%に上ると指摘している。

### 五大湖の水位低下

2013年2月、米国陸軍工兵司令部（United States Army Corps of Engineering）は「五大湖のうちの二つの湖の水位が過去最低記録を更新

図1 五大湖地図



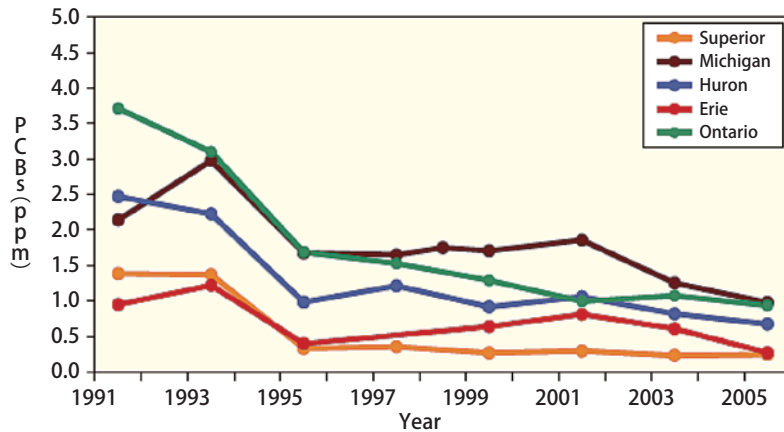
出所：NASA Satellite Imageに著者加筆

広大な国土を有する米国は、年間降水量も世界トップクラス。1人あたりの水資源量は、日本の約3倍の9974t/人・年だ。その米国で今、水資源が大きな危機に直面している。

### 五大湖の水質悪化

五大湖は米国とカナダにまたがる世界最大の淡水湖（図1）。スペリオル湖、ミシガン湖、ヒューロン湖、

図2 五大湖に生息するマス類のPCB汚染濃度変化



出所：GLWQA 2012 Highlights, Environment Canada and U.S. EPA

した」と発表した。五大湖の水位観測は1918年から行われており、今回の観測(2013年1月)で、ミシガン湖とヒューロン湖の二つが過去最低記録を更新した(図3)。それまでの最低水位は12年1月の約74cmだったが、今回の観測で約43cmになった。他の湖(スペリオール湖、エリー湖、オンタリオ湖)の水位も平均を下回っ

た。水位低下には様々な要因があげられているが、最も有力な説は地球温暖化の影響というものだ。

### 水環境問題解決への取り組み

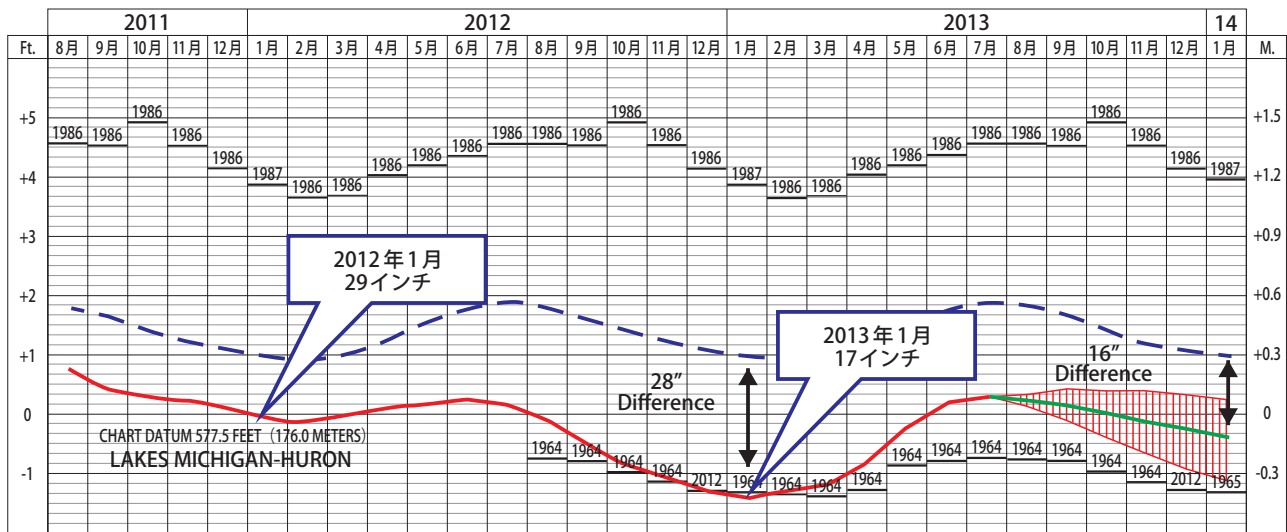
五大湖周辺の住民の健康と環境を保護するため、米国、カナダは

1972年、「五大湖水質協定」(GLWQA)を締結した。87年に改訂され、さらに内容を細分化した「米国・カナダ間の五大湖の水質改善にかかわる合意書」のもとに多くの試みが行われてきた。

最近では、オバマ米政権が2009年、五大湖の環境改善に向けた研究基金を立ち上げた。さらに10年2月、「五大湖の環境改善プロジェクト」として行動計画を発表している。同計画では10～14会計年度の5カ年で総額22億ドル(約2200億円)を投入し、①汚染物質の除去②外来種の駆除③20万ha以上の湿地の調査・回復一などを実施する。ほかに、水質のモニタリングや浄化方法の研究、教育・啓蒙活動なども行う。

カナダでは12年5月、スペリオール湖に蓄積した有害物質(水銀やPCBなど)が、湖の生態系に及ぼす影響を防ぐため、有害物質を固定す

図3 ミシガン湖とヒューロン湖の水位低下



LEGEND  
LAKE LEVELS  
RECORDED (solid red line)  
PROJECTED (dashed green line)

AVERAGE\*\* (dashed blue line)  
MAXIMUM\*\* (1985)  
MINIMUM\*\* (1936)

\*\* Average, Maximum and Minimum for period 1918-2012

出所：U.S. Army Corps of Engineers-Detroit



写真1 ミシガン州環境品質局のジョン・アレン局長（左から2人目）と筆者（同3人目）＝2013年10月11日

表1 五大湖へのリン流入規制目標

地名	リン濃度 (µg/L)
スペリオール湖	5
ヒューロン湖	5
ミシガン湖	7
エリー湖 (西側)	15
エリー湖 (中央部)	10
エリー湖 (東側)	10
オンタリオ湖	10

出所：Great Lakes Water Quality Protocol of 2012

表2 五大湖の年間リン総量負荷目標値

地名	リン総量負荷 (ton/y)
スペリオール湖	3400
ミシガン湖	5600
ヒューロン湖	2800
ジョージアベイ	600
ノースチャネル	520
サギノウ湾	440
エリー湖	11000
オンタリオ湖	7000

出所：Great Lakes Water Quality Protocol of 2012

る作業を始めると発表。総額730万ドルを使い、水底の有害汚泥の上を砂（厚さ15～20cm）で覆い、有害物質の拡散を防ぐ工事を行う。

## 米加政府の「五大湖水質協定2012」

GLWQA締結後、両国で多くの水質改善交渉が重ねられてきたが、米

国では五大湖の水の恩恵を受ける8州で、カナダでは2州でそれぞれ意見の食い違いがあり、交渉は難航してきた。

GLWQAの改定も09年から始まり、約3年の歳月をかけて12年にやっと署名した。具体的には、①富栄養化対策としてリンの流入抑制と除去②外来種の除去と拡散防止③湿地の回復・修復④水質問題の啓蒙・教育⑤各種取り組みの進展度合いの公表一などが盛り込まれている。

今回訪問したミシガン州環境品質局の局長、ジョン・アレン氏(写真1)は「五大湖は両国にとって貴重な飲料水源であり、輸送や農業、観光などの経済活動に不可欠な天然資源でもある。改正GLWQAは、過去40年間の両国の協力に支えられてきた試みに、地域住民の参加機会を増やしたものであり、五大湖の水質改善をさらに促進すると確信している」と述べている。

今回強化された富栄養化の主因とされるリンの流入規制目標(次回の改訂時までの順守)は表1、表2の通りである。

## オガララ帯水層の水位低下

オガララ帯水層とは米国中部、グレートプレーンズ(大平原)の地下に分布する浅層地下水層で、世界最大の地下水量を誇る。その総面積は日本の国土の1.2倍と広大で、米中西部、南西部の8州にまたがっている。この地域はステップ気候に属し、具体的に降雨量が少ない(年間降雨量



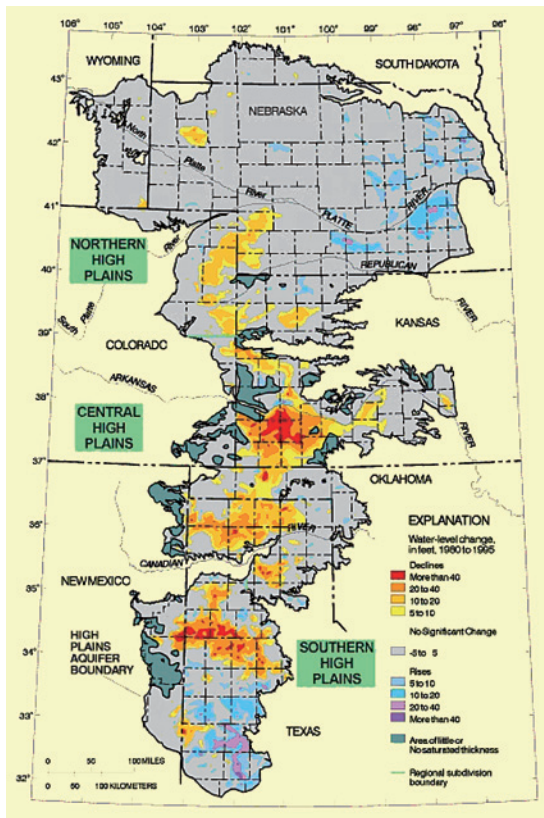
写真2 センターピボットの空中写真  
出所：Wikipedia.org

500ミリ未満)。従って地層中に存在する地下水の大部分は氷河期に蓄えられた化石水である。帯水層は浅く、地表から地下水位までは北部で約120m、南部で30～60m。

米国の西海岸から東海岸へ飛行機で移動する際、広大な砂漠を過ぎると、巨大なグリーンのサークルが数多く見られる。大平原地域におけるセンターピボット(灌漑方法の一つ)である(写真2)。オガララ帯水層から大型ポンプで地下水をくみ上げ、それに肥料や農薬を混ぜ、自走式散水装置で散布し農作物を栽培している。

灌漑農業が盛んになったのは、1930年代に電力網や大型ポンプ場が整備されてから。大規模農業が米国経済を支えるようになり、80年代には、降雨による地下水涵養量の3倍以上の過剰汲み上げによりオガララ帯水層の水位が著しく低下(図4)、枯渇した井戸も多くみられるようになった。その後、耕地を交代で休耕させるなど節水を試みて以前より水位の低下量は少なくなったが、依然、低下傾向は続いている。さらに地下水を繰り返し使用することにより土壌中の塩分が地下水に混入、塩水化が進行している。

図4 オガララ帯水層の地下水位低下



1980～95年までの地下水位の低下。赤やオレンジ色の地域の地下水位の低下が著しい

スコ、ロサンゼルスは事態が深刻である。コロラド川の水利権を持つ他の6州（アリゾナ、コロラド、ネバダ、ニューメキシコ、ユタ、ワイオミング）は、カリフォルニア州が約束に反して取水している量（当初割り当て440万AF〈エーカーフット〉に対し520万AFを取水済み）を削減するように求め、16年以降は超過取水を認めない方針を明らかにした。同州は、連邦政府からも取水量削減に向けた具体的な対策を取よう求められている。

筆者が懇意にさせて頂いている浅野孝・カリフォルニア大学名誉教授（01年、水のノーベル賞と言われるストックホルム水賞を受賞）によると、「カリフォルニアの水は北部のコロラド川から、延々1000km以上（青森～福岡間に相当）も導水路で運ばれ、そのポンプアップには州全体の約19%に上る膨大な電力を消費している」「地震やテロで破壊される危険性も残されている」という。浅野氏は一刻も早く、持続型の水利用、再生水計画を進めるべきと州政府や連邦政府に提言している。

海水淡水化プロジェクトがカリフォルニア州の各地で進行している。05年にはロングビーチ市水道局が日量900万ガロン（34,200m<sup>3</sup>/日）、06年末にはオレンジカウンティでも日量500万ガロンを立ち上げている。

しかし環境問題への関心が強い同州では、多くの海水淡水化計画が頓挫している。例えば、サンディエゴ郡水道局が海水淡水化による水不足解消計画を発表したのは、今から20年前。総工費10億ドル（約980億円）のプロジェクトがスタートしたのは今年6月である。消費者・住民団体からは水道料金が10～20%上がる懸念があると反対され、環境保護団体からは海水淡水化が必要とする40MWの電力と逆浸透膜（RO膜）式海水淡水化装置から排出される高濃度の塩分が生態系に及ぼす影響が解決されていないと抗議活動を強めている。

人口が増える限り水資源が不足する。南カリフォルニアの水道事業者26メンバーが一堂に集まり、持続可能な水循環について話し合いを始めた。基本的には1900万人に供給している現有の施設（14ダム、5つの大型浄水場、770マイルの配管網の整備）を活用しての水再生計画である。水のリサイクル施設73プロジェクトに3億2200万ドル、地下水の涵養（下水処理水の地下注入など）22プロジェクトに1億1400万ドルを投入し、地域内での水循環を目指す。

水資源問題は途上国や先進国にかかわらず、将来を見据えた対策が望まれている。E

## 水資源の確保

米国の人口は、現在の3億人から2050年には4億人を超えると予想されている。特にヒスパニック系移民が多いカリフォルニア、テキサス、フロリダ州の水不足は深刻で、水資源確保に向けた多くの取り組みがなされている。その中で海水淡水化の伸びが特に大きく、07～10年の日量150万m<sup>3</sup>から12～16年には420万m<sup>3</sup>と2.8倍の伸びが予想されている。

## 水危機に直面するカリフォルニア州

水資源を州北部のコロラド川に依存し、人口密度が高いサンフランシ

## 海水淡水化プロジェクトも難航

長期的視点での水資源確保から、