

ノート

水質保全対策としての排出取引制度

——アメリカの経験から——

西 澤 栄一郎

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1. はじめに | (2) コロラド州ディロン貯水池 |
| (1) 本稿の目的 | (3) コロラド州チェリー川貯水池 |
| (2) アメリカの水質規制の概要 | (4) コロラド州チャトフィールド貯水池 |
| 2. 水質保全のための排出取引制度 | (5) ノースカロライナ州ター・パムリコ川 |
| (1) 排出取引の機能 | (6) ミネソタ州ミネソタ川 |
| (2) 排出取引制度の構成要素 | (7) ミシガン州カラマズー川 |
| (3) 排出取引の種類 | (8) その他のプログラム |
| 3. 点源・面源排出取引 | 5. 考察 |
| (1) 点源・面源排出取引の仕組み | (1) 排出取引の成立条件 |
| (2) 制度設計上の論点 | (2) 排出取引の評価と意義 |
| 4. アメリカにおける事例 | 6. おわりに |
| (1) ウィスコンシン州フォックス川 | ——日本の水質保全対策に対する示唆—— |

1. はじめに

(1) 本稿の目的

水質保全のための政策手段としては、各排出源に対して排水基準を設定する直接規制と、排水処理施設の設置などの排出削減に対する補助金・融資といった助成措置が一般的なものである。これに対して、経済学者は、より少ない費用で水質を保全できるものとして、排水課徴金 (effluent charges) や排出許可証取引制度 (system of transferable/marketable discharge permits) といった、いわゆる経済的手段を提案してきた。

このうち、排出される汚染物質にかけられる排水課徴金は、1970年代以降、オランダ、ドイツをはじめとして、ヨーロッパ諸国で実施されている⁽¹⁾。他

方、排出許可証取引（の一種である排出取引（effluent trading）⁽²⁾）は、アメリカで1980年代以降みられるようになった、比較的新しい政策手段である。オランダ、ドイツの排水課徴金については詳細な制度の解説および分析が行われているが⁽³⁾、アメリカの排出取引に関しては、日本における詳しい紹介はまだ行われていない。本稿は、水質保全のための排出取引制度について、その中でも事例が多く、費用節減効果が高いと考えられる点源・面源間の排出取引を中心に考察する。

排出許可証取引制度は、アメリカの大気保全政策として経験が蓄積されつつある。また、地球温暖化対策としても導入されることが決まっている⁽⁴⁾。ただ、この政策手法は、理論的には当初から水質問題への適用が考えられていた。汚染権（pollution rights）取引の考え方を提示した Dales [18] と、排出許可証取引を定式化し、この手法によって一定の排出削減を最小費用で達成できることを明らかにした Montgomery [32] では、いずれも水質汚染が例として取り上げられている⁽⁵⁾。また、連邦環境保護庁（U.S. EPA）は、流域単位の排出取引を用いることを積極的に推奨している。EPAは1996年2月に『流域単位の排出取引に関する政策文書』（U.S. EPA [39]）を、同年5月には『流域単位の排出取引に関する枠組み草案』（U.S. EPA [40]）を発表している。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、排出取引制度を理解するための前提としてアメリカの水質規制を概観したあと、水質保全のための排出取引制度について、その仕組みや種類について解説する。つづいて点源・面源排出取引の仕組みをみたあと、アメリカの事例を分析し、その意義を考察する。最後に、日本の水質問題に対する示唆について検討する。

(2) アメリカの水質規制の概要

排出取引は現在アメリカでのみ事例が存在する。排出取引制度やそれをめぐる議論を理解するためには、アメリカの水質規制に関する知識が必要である。以下では、まずアメリカにおける水質規制の概要について解説する⁽⁶⁾。

アメリカの地表水に関する水質規制は、主にクリーンウォーター法（Clean

Water Act; CWA) によって定められている。水質汚染物質の排出源は、排出される場所や施設が固定していて特定可能な点源 (point source) と、排出源が正確に特定できず、面的あるいは間接的に排出する面源 (nonpoint source) とに分けられる。点源は下水処理場や工場などからなり、面源には農林地や市街地、建設現場からの排水、降雨時の流出 (stormwater runoff)、大気からの降下などがある。

点源には排水基準が設けられている。これは技術に基づく排水基準 (technology-based effluent limitations) と呼ばれ、一定水準の現存する汚染削減技術に基づけば実現可能な基準であるとされる。具体的には、生産物重量あたりの汚染物質質量という形で示される、一種の濃度規制である。この基準は、産業ごとおよび排出源が既存か新規かによって違いがあるものの、排出先の水域の状況や排出源の規模とは無関係に原則として全国一律である。また、下水処理施設については、二次処理相当の排水基準が設定されている。

しかし、地表水の水質基準は州によって水域ごとに設定されており、個別排出源の画一的な排水基準が守られたとしても、水域の水質基準が達成される保証はない。このため、CWA は排水基準だけでは水質基準を達成できない水域を明らかにし、そうした水域に排出量の総量規制を行うことを州に求めている。この総量規制は一日最大総負荷量 (Total Maximum Daily Load; TMDL) と呼ばれ、一日あたりの総排出可能量を定めている。一日最大総負荷量は各点源に割り当てられる。これを排出負荷割当 (waste load allocation) という。この場合、各点源は、濃度規制である技術に基づく排水基準に加え、負荷量規制である排出負荷割当を遵守しなければならない。また、最大総負荷量や排出負荷割当を年単位で設定することもある。

このようにして決められた各排出源の排出可能量は、全国汚染物質排出除去制度 (National Pollutant Discharge Elimination System) のもとで許可証への記載という形で指示される。この許可証がなければ、点源は水域に直接排水できない。下水道へ排水する場合、点源はこの許可証を必要とされてはいないが、CWA で定める事前処理基準 (pretreatment standards) を守らなくてはならな

い。また、下水道への排水は下水道の管理主体の許可が必要である。

面源に対しては、排出地点を特定できないということもあり、点源のような規制は行われていない。主要な対策は、排出削減のための最善管理方法 (Best Management Practices; BMP) の採用や、農業者が最善管理方法を採用することへの援助・奨励である。なお、前述の一日最大総負荷量の設定において、面源に対しても排出量が割り当てられるが、これは負荷割当 (load allocation) と呼ばれる、面源全体に対しての割当である。

注(1) 1997年1月の時点で、国レベルで排水課徴金を導入している OECD 加盟国は 11 に上る (OECD [34])。

(2) 排出取引という用語を使うことについては、次節を参照されたい。

(3) オランダについては諸富・岡 [10] が、ドイツについては岡 [2] および諸富 [9] が詳しい分析を行っている。

(4) 1997年12月に京都で開かれた気候変動枠組条約第3回締約国会議において排出権取引を行うことが決められ、その原則や指針などについては2000年に開催される第6回締約国会議で決められることになっている。

(5) とはいえ、Montgomery [32] のもとになっている彼の学位論文は大気保全を主題にしている。

(6) アメリカの水質規制については、北村 [5]、Callan and Thomas [14] を参考にした。

2. 水質保全のための排出取引制度

(1) 排出取引の機能

一般的な意味での排出許可証取引とは、あらかじめ決められた汚染物質の総排出可能量に相当する排出許可証を各排出源に初期配分し、その許可証の自由な取引を認める制度である。つまり、排出許可証の市場を作り出すことによって、費用効率的な排出削減を行わせようとするものである。環境問題に対する許可証取引制度は、水質保全のほか、大気保全、土地開発に実例がみられる⁽¹⁾。

排出許可証取引制度は、取り引きされるものに着目すると、アラウアンス

(allowance) 型とクレジット (credit) 型の 2 つに分けることができる。アラウアンス型の場合、アラウアンスと呼ばれる許可排出量(一日最大総負荷量が設定されている場合は排出負荷割当)が既存の排出源に配分される。ある排出源が許可量まで排出をしない場合、余った分を売ることができる。また、アラウアンスを購入すれば排出量を増やすことができる。

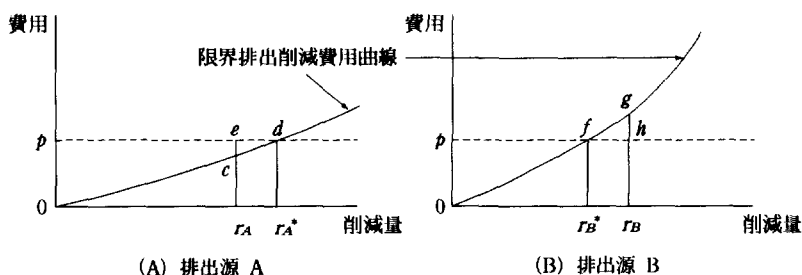
これに対して、クレジット型の場合、排出負荷割当などの形で与えられた許可排出量を守っている排出源が削減した場合は、その削減分をクレジットとして他の排出源に売ることができる。しかし、実績排出量を上回る許可排出量が割り当てられたとしても、許可量と実績量との差はクレジットとして売ることとはできない。そして、許可量以上に排出したい排出源は、他の排出源に削減してもらい、全体として許可量を超えないようにするという方式である⁽²⁾。

環境保護庁 (EPA) が推奨している、水質保全のための排出取引はクレジット型であり、現在実施されているプログラムも、ほとんどがクレジット型に分類される⁽³⁾。つまり、排出取引は排出削減クレジットを取り引きする制度であり、排出削減取引 (effluent reduction trading) と言うべきものである。そのような名称を使っている文献もあるが、本稿では“effluent trading”の直訳である「排出取引」の語を用いることにする。

排出取引の機能は以下のようなものである。第 1 に、総排出量の上限(総排出可能量)を設定するので、モニタリングや運用を適切に行えば、目標とする総排出可能量は確実に守られる。他方、排出課徴金では規制当局が税率を設定するが、定めた税率で目標値を達成できなければ、税率を上げる必要がある。

第 2 に、総排出可能量が設定され、それが既存の排出源にすべて割り当てられている水域において、新規排出源や排出量を増やそうとする排出源を許容できる。このようなときに総排出量を増加させないためには、排出課徴金では税率を上げなければならないし、直接規制では既存の排出源に対する規制を強化するか、新規の排出を認めないという厳しい対応が求められる。しかし、排出取引ではクレジットを購入すれば新たな排出が可能である。

第 3 に、一定の排出削減を最小の費用で達成できるということがある。第 1



第1図 排出取引のメカニズム

図の(A)と(B)には、それぞれ排出源AおよびBの限界排出削減費用曲線が描かれている。横軸は排出削減量、縦軸は限界排出削減費用を表す。この費用は一般に削減量が増えるにしたがって上昇すると考えられるので、右上がりの曲線を示す。クレジットの価格は p であるとする。

(A)において、排出源Aは r_A だけ排出削減を求められているとしよう。このとき、排出源Aは r_A^* まで削減量を増やし、 $(r_A^* - r_A)$ のクレジットを売るであろう。なぜなら、排出削減費用の増加分 $r_A r_A^* dc$ に対してクレジットの売却による収入は $r_A r_A^* de$ であるので、そうすることによって cde の純益が得られるからである。一方、(B)において排出源Bに求められている削減量が r_B であれば、排出源Bは $(r_B - r_B^*)$ のクレジットを買って削減量を r_B^* まで減らすだろう。なぜなら、そうすることによって排出削減費用の減少分 $r_B r_B^* fg$ とクレジット購入費用 $r_B r_B^* fh$ の差である fgh だけ費用が少なくなるからである。クレジットの市場が競争的であれば、クレジットの均衡価格が成立し、各排出源の限界排出削減費用が均等化するので、目標とする排出水準を最小費用で達成することができる。

ただし、汚染物質が環境で均質に拡散しない場合、各排出源からの排出の環境への影響を個別に考慮する必要がある⁽⁴⁾。言い換えれば、排出取引は、排出源からの排出が環境に等しく影響する場合に費用効果的な対策となる。温室効果ガスはそうした性格を持つものの典型例である(新澤〔7〕)。

第4に、水質問題の包括的取り組みにつながる契機になると言える。アメリカでは、新しい施策の導入に当たってさまざまな調査・研究と議論が積み重ねられていくことが多い。また、点源だけでなく面源も取引制度に参加できるようにすれば、より多くの排出源を取り込めることになる。このように、排出取引の導入を検討することによって、規制当局や排出者、市民の間の対話を促し、流域全体の協調関係を育むことができる。

さらに、技術開発を促進する機能があるとされている（U.S. EPA [39]）⁽⁵⁾。たとえば、工場の規模を拡大する場合、排出取引で相手に費用を払って削減してもらいよりも少ない費用で自ら削減できれば、そのほうが安上がりで済むので、排出者に新しい技術を開発しようという誘因が働く。ただし、排出取引は一般に流域内で行われるので、大気保全における排出権取引と比べると誘因は小さいであろう（Letson [24]）。

（2） 排出取引制度の構成要素

排出取引制度を導入する際、以下の点について検討する必要がある。

1) 取引の対象

取引の対象とは、生物化学的酸素要求量（BOD）やリン、窒素など、排出削減が求められているもののことである。EPA [40] は有害物質の取引については反対の立場をとっている。また、複数の汚染物質・項目が削減対象となっている場合、異なる物質・項目の間の取引を認めるかどうかという問題がある。これについても、EPA [40] は水質改善が明確に期待できる場合を除いて望ましくないとしているが、あとで見るように、ミネソタ州では異なる物質・項目間の取引を認めている。

2) 総排出可能量の設定

水質基準を達成・維持するために、取引対象とする物質・項目の排出上限である総排出可能量が、水域へ受け入れ可能な範囲内で決められる。総排出可能量を設定するに当たって、汚染物質の影響を分析するため、その水域のシミュレーション・モデルがつくられることが多い。このモデルによって、各排出源

の立地の違いによる水質への影響の違いなども検討されることがある。一日最大総負荷量やその他の負荷削減計画の策定においても、このような手続きがまづとられる。

3) 取引の範囲

取引を認める範囲は、河川の流域や湖沼の集水域などのまとまった水域とすることが一般的である。水質汚染物質の拡散は大気汚染物質のそれに比べて狭く、取引の範囲も狭く設定されるため、取引参加者は大気汚染物質の排出許可証の場合よりも少なくなり、取引が起こる可能性も少なくなる。

4) 費用節減効果の予測

取引が行われるためには、各排出源の限界排出削減費用に差があり、取引による経済的メリットがなければならない。このため、フィージビリティ・スタディとして、どの排出源がどのくらいの費用で削減可能であるかを検討し、取引制度の導入による費用の節減額を試算することも多い。ただし、取引による流域全体の費用節減額を試算するには、取引制度に関わる行政費用（監視・執行費用を含む）や取引費用を考慮に入れる必要がある。しかし、これらの推計はほとんど行われていない。

5) クレジットの有効期間とバンキング

クレジットの有効期間は、排出削減の設備や最善管理方法の耐用年数に等しくすることが望ましい。また、いまクレジットを持っていたとしても、それを使わずに将来の排出増加にとっておくことをバンキングという。バンキングを認めるかどうかは制度設計のポイントである。バンキングを認めると、期間累計では総排出可能量が上限を超えることはないが、特定の期間をみると総排出可能量を超えてしまうことがありうる。

(3) 排出取引の種類

EPA は、排出取引として次の5つの類型を示している（U.S. EPA [39]）。

- ①点源間取引 (Point/Point Source Trading)
- ②点源・面源取引 (Point/Nonpoint Source Trading)

③面源間取引 (Nonpoint/Nonpoint Source Trading)

④事前処理取引 (Pretreatment Trading)

⑤施設内取引 (Intra-plant Trading)

①から③は取引主体が点源か面源かによる分類である。④は同じ下水道への排出者間の取引である。前述のように、下水道への排出者は全国汚染物質排出除去制度による許可証を必要とせず、排出規制の仕組みが水域への直接排出者とは異なるため、このような分類がなされている。1996年の時点で、EPA〔40〕は正式な事前処理取引プログラムの存在を確認していないという。

⑤は、ある施設からの排水口が複数ある場合、本来であれば排水口ごとに排水基準を守らなければならないが、施設全体からの排出が各排出口の基準の合計以下であればよいとするものである。これは、大気保全政策の分野で実施されているバブル政策と同様のものであり、水質保全の分野では、全国的にはいまのところ鉄鋼・製鉄業にのみ認められている（北村〔5〕）。

これらのうち、③の点源・面源取引は、費用節減効果が高いと考えられており、事例も多くみられる。EPA〔40〕は、排出取引の中で点源・面源取引が最も見込みのある流域管理手法であるとしている。そこで、次節では点源・面源取引を取りあげ、その仕組みと論点について検討し、4.において点源・面源取引を中心に、アメリカでの事例をみていくことにする。

注(1) 排出許可証取引の理論および大気保全分野の事例については、新澤〔7〕や Callan and Thomas〔14〕が詳しい。土地開発に関わる同様の制度に譲渡性開発権 (transferable development rights) 制度がある（岩田・日引〔1〕）。また、湿地保全における mitigation banking を取引制度の1つとしている文献もある。

(2) アラウアンズ型とクレジット型という名称は、Callan and Thomas〔14〕による。新澤は大気保全対策において、それぞれ「総量と個別割当 (cap and allowance) 方式」と「ベースラインとクレジット (baseline and credit) 方式」という名称を使っている。新澤によれば、大気保全対策の中で、酸性雨プログラムはアラウアンズ型、Emissions Trading Programはクレジット型であるという（新澤秀則「オープン・マーケット型の排出量取引」環境経済・政策学会1999年大会報告）。

- (3) アメリカの事例で最初に紹介しているフォックス川のプログラムは、唯一アラウアンズ型ではないかと思われる。
- (4) このような場合の許可証取引についての議論は Baumol and Oates [13], Chapter 12 を参照のこと。
- (5) 排出許可証のもつ技術革新の誘因については新澤 [7] を参照のこと。

3. 点源・面源排出取引

(1) 点源・面源排出取引の仕組み

先に述べたように、面源には排出上限が設定されておらず、また、限界排出削減費用を比較すると、点源より面源の方が一般に低い。したがって、点源・面源排出取引は、排出削減を迫られている点源に対して、さらに自ら削減をすすめる代わりに、面源に資金を提供して排出削減をしてもらうことを認める、という仕組みである。

点源と面源との性質の違いから、点源・面源排出取引は以下のような特徴を持っている。

点源は、1972年のクリーンウォーター法（CWA）の改正後、技術に基づく排水基準を中心とする排出規制がかけられるとともに、下水処理施設建設の補助金が出され、排出削減がすすんだ。このため、これ以上の削減を図ろうとすれば、その費用はかなり高価なものになる産業もある。

他方、面源には排出規制がなく、農業部門では農業者が自発的に最善管理方法（BMP）を採用するのを連邦や州が奨励したり、費用の一部を補助するのが中心的施策である。現行の点源・面源排出取引プログラムにおいても、面源が農地の場合、連邦や州に代わって点源が同様の施策を行うという形態をとっている⁽¹⁾。また、点源の削減方法が設備投資を必要とするものが多いのに対し、最善管理方法は農法の変更であったり、土木工事を含んでいても点源ほどの大規模あるいは高度な技術を必要とせず、点源ほどの投資額はかからない場合が多い。したがって、面源の限界排出削減費用は点源のそれに比べてかなり低いものと考えられている。このため、点源・面源排出取引では取引による大

幅な費用の節減が期待されている。

また、面源は土地利用に関わる排出源であり、その数が多い。つまり、潜在的には点源の取引相手が多数存在するということであり、取引が行われやすいと考えられている。

さらに、点源・面源排出取引で BMP が普及すれば、水質以外の環境保全効果も期待できる。たとえば、河川への肥料の流出を防ぐため圃場の周囲や河畔に植林を行えば、野生生物の生息地としての機能を果たしうる。

(2) 制度設計上の論点

上述のように、点源・面源排出取引は点源と面源との限界排出削減費用の格差から大きな費用節減効果が期待されているが、両者の性質の違いゆえに検討しなければならない点もいくつかある。

まず、両者の汚染の違いがある。面源は点源と比較した場合、3つの大きな特徴がある (Letson, Crutchfield, and Malik. [25])。第1に、排出量を正確に測定できないこと (モニタリングの困難性)。第2に、土地利用の形態 (農業なら農法や投入物の量) と排出量、および排出量とその環境への影響との関係が明らかになっていないこと。第3に、排出が季節や天候、特に降水量によって変化すること、である。これに加えて EPA は、栄養塩類などは、面源では有機態で、点源では無機態で排出され、環境への影響が異なるとしている。

これらの違いにより、面源が排出を削減する場合はどうしても不確実性が伴い、かつ環境への影響も点源とは異なる。これに対処するため、取引に際して点源と面源の削減量の交換比率 (trading ratio) を変えることが多い。つまり、排出削減の不確実性を減らすため、点源が1単位の削減を回避するためには面源に1単位以上の削減をしてもらわなければならない、と定めるのである。たとえば、交換比率が2:1であるということは、面源に2単位削減してもらうときに点源は1単位のクレジットを得られるということである。

交換比率を上げれば、排出削減の不確実性は減り、かつ想定どおりの削減がなされる場合は、点源に求められた水準以上の削減がなされるため、より水質

改善が進むことになる。しかし、それは点源が面源に支払うべき金額、すなわちクレジットの価格の上昇を意味し、取引を阻害する。交換比率は、排出削減の不確実性と費用節減効果のトレードオフを勘案して決める必要がある⁽²⁾。

また、点源と面源とに対する規制の違いから、点源・面源排出取引に対していくつかの問題点が指摘されている。まず、規制のかかっていない面源に排出削減をゆだねるべきかどうかという問題がある。現状の面源対策は最善管理方法（BMP）の採用であり、一部の地域でBMPの採用を義務づけている例があるが、その場合も面源の責任はBMPの採用であって、そのBMPの維持が適切になされていれば、排出が想定通り削減されていなかったとしても、その責任を問われることはない。したがって、点源・面源排出取引によって削減を求められた面源が排出削減を達成できなかった場合はどうするのか、誰が責任を持つのか、という問題がある。

加えて、面源が適切に排出を削減しているかどうかをどのように確認するのか、その費用はどこが負担するのかという問題もある。面源のモニタリング費用を考慮に入れると、排出取引の費用節減効果はどれくらいか、という点についても検討が必要である。

さらに、点源と面源との間の公平性の問題がある。そもそも、規制を受けていない面源に対してなぜ点源が資金を提供しなければならないのか、ということである。このため、環境保護団体や一部の点源排出源は、面源を規制対象にした上で排出取引を導入すべきであると主張している（U.S. EPA [41]）。

注(1) このため、規制のかけていない農業者にとって、BMPの採用は基本的には経営を改善するものではない。BMPの具体的な内容については、西澤・合田〔8〕を参照されたい。

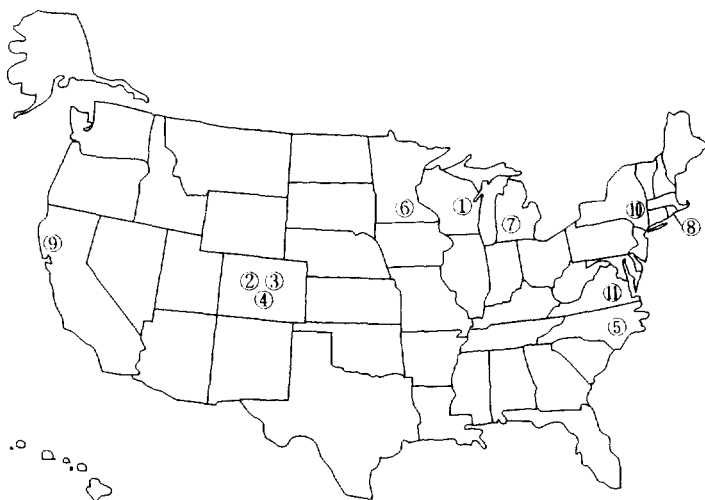
(2) 最適な交換比率に関する理論的分析については、例えば Malik, Letson, and Crutchfield. [26] を参照のこと。

4. アメリカにおける事例

本節では、アメリカにおける排出取引プログラムの事例を、点源・面源取引を中心に概観する（第1表および第2図）。ただし、はじめに、点源間取引であるウィスコンシン州フォックス川の取引プログラムを紹介する。これは点源間取引プログラムの唯一の事例であるが、取引はほとんど行われていない。この取引プログラムを検討することは、点源・面源取引プログラムにとっても、

第1表 排出取引プログラムの事例

地図番号	州	水域/区域	開始	取引対象	交換比率	実績その他
(点源間取引)						
①	ウィスコンシン	フォックス川	1981	BOD	1:1	取引2件だけ、厳しい制約、少ない点源の数
(点源・面源取引)						
②	コロラド	ディロン貯水池	1984	リン(P)	2:1	取引1件、他に面源間取引3件
③	コロラド	チェリー川貯水池	1985	リン	1.3~3:1	98年に1点源が取引を申請
④	コロラド	チャトフィールド貯水池	1993	リン	2:1	取引はまだなし、点源間取引も可能
⑤	ノースカロライナ	ター・パムリコ川	1991	窒素(N) P(第1期のみ)	3:1 (耕種) 2:1 (畜産)	第1期 \$56/kg 第2期 \$29/Nkg クレジット23t/年 期間10年
⑥	ミネソタ	ミネソタ川	1997	BOD vs. P, P	最低2:1	麦芽製造会社と製糖工場に取引を許可
⑦	ミシガン	カラマズー川		リン	2:1	モデル事業、取引はまだなし
⑧	ロードアイランド	プロヴィデンス市		ナトリウム(Na)		市水道局→交通局へ年\$60,000. Na含有量の少ない融雪剤使用に
⑨	カリフォルニア	ラグナ・ドゥ・サンタ・ロサ		栄養塩類		処理済の下水を農地・牧草地に散布、市は川に排出せずに済む
⑩	ニューヨーク	ニューヨーク市	1992	栄養塩類等		浄水場にフィルターを設置する代わりに農家の面源対策を支援
(面源間取引)						
⑪	ヴァージニア	ウィリアムズバーグ市		リン		土地開発業者は開発後排出増加の場合 \$2,500/tb



第2図 各プログラムの所在地

制度が機能するための条件を明らかにするうえで役立つと思われる。

(1) ウィスコンシン州フォックス川

ウィスコンシン州フォックス川 (the Fox River) の取引プログラムは、アメリカで最初に導入された排出取引プログラムである⁽¹⁾。1981年、ウィスコンシン州の自然資源局は、フォックス川下流域を技術に基づく排水基準だけでは水質基準である溶存酸素濃度 6.2mg/l を達成できない水域に指定し、点源に生物化学的酸素要求量 (BOD) の排出負荷割当を行った。この負荷量規制は当時の技術水準では遵守できない可能性があると考えられたため、自然資源局は一定の条件の下で点源間の取引を認めることにした。

取引制度導入前の研究 (O'Neil *et al.* [36]) は、取引によって排出削減費用

は年間 4.5～7.5 百万ドル、割合にして 29～66%低下すると試算している⁽²⁾。にもかかわらず、1980 年代には取引と呼べるものは 1 件しか見られなかった。ある製紙工場が排水処理プラントを閉鎖し、下水処理場への排水に切り替えた。このとき、製紙工場に割り当てられていた排出負荷割当がその下水処理場へ委譲された。

1996 年になって、金銭のやりとりを伴う（と思われる）取引が初めて成立した。前年、フォックス川にマクドナルド・マリーナの建設が計画された。このマリーナからの排出とモーターボートの増加から 1 日当たり 2,500 ポンド（1,134kg）の BOD の増加が見込まれた。このため、マリーナは上流にあるプロクター・アンド・ギャンブル（Procter and Gamble; P&G）の製紙工場から 2,500 ポンド分の BOD のアラウアンスを購入した⁽³⁾。金額については公表されていない。この取引が自然資源局に認められ、全国汚染物質排出除去制度（NPDES）に基づく排水許可証が書き換えられ、手続きが正式に終了したのは 96 年 7 月であった。

なぜ、取引がほとんど行われていないのだろうか。まず、取引に参加できる点源の数が少ないことが挙げられる。対象となる点源は、10 の製紙工場と 4 つの下水処理場にすぎない。また、この水域には溶存酸素濃度が他よりも低い「汚染集中点（hot spot）」と呼べる地点が 2 か所あり、そこで水質基準が守られることが肝心である。この汚染集中点をまたぐ取引は、その地点の水質基準を守れないおそれがあれば認められない。こうしたことによって、取引引きできる範囲は非常に限られたものになっている。加えて、排出負荷取引が実際にはそれほど厳しくなく、取引の必要性があまりなかったという指摘もある（Field [20]）。

次に、取引に多くの制約がかけられていることも、取引が不活発な理由である。新規、規模拡大、あるいは技術に基づく排水基準を守っていても割当量を超えてしまう排出源に対してのみ取引が認められ、費用が節減されるという理由だけでは取引は認められないことになっている。また、アラウアンスの有効期間は、アラウアンスの提供者が持つ排出許可証の有効期間を超えないことと

され、かつ、有効期間終了後、そのアラウアンスがその提供者または購入者に割り当てられる保証はない。このため、有効期間終了後、再び割り当てられるかどうかかわからないアラウアンスを購入して規模拡大などの投資を行うことは、点源にとってリスクが大きい。加えて、アラウアンスのバンキングは認められず、仲介機関もない。さらに、取引を申請してから認可されるまでに市民の意見を聞く期間なども含め、最低6か月かかるという手続きの煩雑さもある。なお、実際には申請されていないが、製紙工場が排出を増やす場合、BOD以外の有害化合物の排出増加が問題とされ、取引が認められない可能性も指摘されている。

(2) コロラド州ディロン貯水池

ディロン貯水池 (the Dillon Reservoir) のプログラムは、点源・面源取引としては最初のものである⁽⁴⁾。デンヴァーの西方約110kmにあるディロン貯水池は、1963年にデンヴァーとその近郊の水瓶として作られた人造湖で、デンヴァー水道局管内の水供給の半分を担っている。ここは水がきれいなことから、釣りやボート、キャンプなどをするために訪れる人が増え、また、スキー場が周辺にできたため、有数の観光地として1970年代に著しく発展を遂げた。しかし、人口や観光客の増加からリンの流入増加を主因として水質が低下し、水道の水質や観光への影響が懸念されるようになった。

1982年に行われた調査によると、ディロン貯水池に流れ込むリンの半分以上は自然系(自然の植生や大気からの降下)起源のものである。次いで、全体の20%は人為的な面源起源のものである。この集水域における人為的な面源は、駐車場、ゴルフ場、スキー場、建設現場、家庭の排水を処理する腐敗槽(septic systems)などである。他方、点源は4つの下水処理場であり、これはリン排出の18%を占めている。

1984年、集水域全体のリンの総排出可能量が1982年の水準に定められた。これは貯水池のリンに関わる水質基準0.0074mg/lを達成できる水準であるとされた。そして下水処理場には、それぞれの下水処理区域が1990年まで等し

く開発できるような余裕を持って排出負荷量が割り当てられた。リンの削減に関する議論のなかで、面源の占める割合が高いこと、これ以上の排出抑制を点源に課すのであれば、下水の新規受入を止めるしかないが、これは開発の停止を意味するので各自治体ともどうしても避けたいこと、などの点が明らかになり、面源の排出削減に取り組むべきことが確認された。このリン削減対策の一環として取引プログラムが導入されることになった。

取引は、点源と 1984 年時点で存在する面源との間で認められ、点源間あるいは新規面源との取引は認められていない。新規の面源は最新の技術による負荷削減対策が義務づけられているためである。

面源と点源との間の削減量の交換比率は面源 2 : 点源 1 (2 : 1) である。これは、面源対策の実効性が不確実なためというよりも、点源の排出増加に伴う面源の排出増加を見込んで設定されたものである。下水処理場からの排出増加は人口増加や開発を意味し、これは必然的に新規の面源を伴うと考えられている。このように、ディロン貯水池の対策は面源をいかに制御するかということが中心になっている。

なお、取引を行った点源は、面源の制御施設の維持・管理の責任を負う。面源が想定どおりに削減しなかった場合、点源は取引前の割当量を守らねばならない。

面源対策の効果を実証するため、北西コロラド自治体協議会は、EPA の補助を受けて面源制御施設のモデル事業を行った。モデル事業によって、沈殿池と濾過槽を用いればリンの 3 分の 2 が除去されることがわかった。この結果をもとにした試算によると、リン 1 ポンド当たり削減費用は、下水処理施設の設備の改善では 860 ドルから 7,861 ドルかかるのに対し (1 kg 当たり 1,896 ~ 17,330 ドル)、面源では 119 ドル (1 kg 当たり 262 ドル) にすぎず、交換比率が 2 : 1 の場合、排出取引によって最大 51% 費用が節減できるとされた。

しかし、現在までに取引は 1988 年に 1 件成立しただけである。1988 年、域内最大のブレッケンリッジ下水処理場 (Breckenridge Sanitation District) は、ある住宅地に新たに下水道を敷設した。これにより、これまで腐敗槽から排出

されていた年間 22 ポンド (約 10kg) のリンが削減されたとみなされ、年間 11 ポンドのクレジットを得た⁽⁵⁾。

取引が不活発である主な理由は、1980 年代後半の経済成長が思ったほどではなかったことに加え、大きな費用をかけずに下水処理場が 3 次処理を行うようになり、リンの排出削減が大幅に進んだことにある。1990 年代初頭の時点で、4 つの下水処理場は割当量の 6 分の 1 に当たる年間 250 ポンド (113.4kg) しか排出していない。これは、点源・面源の総割当量の 2 % にすぎない。

なお、当初予期していなかった面源間取引が 3 件成立している。1985 年、フリスコ (Frisco) 下水処理場は雨水を地下浸透させる排水管を埋設した。下水処理場はこの面源対策によってクレジットを得たが、当時年間 314 ポンド (142kg) の割当に対し 50 ポンド (22.7kg) も排出していなかったため、そのクレジットを建設が計画されていたフリスコの町営ゴルフ場へ譲った。

また、貯水池の所有者であるデンヴァー水道局は、小さな川の流路を変えて貯水池に流れ込ませることを計画した。これに伴うリンの流入増加を相殺するため、1991 年に集水域内でリンの濃度が最も高いソーダ川 (Soda Creek) の河口にリンを濾過する施設が設けられた。

さらに、キーストーン・リゾート (Keystone Resort) は、将来の開発に伴う面源からの排出の増加に備え、ある地区に下水道を敷設する費用を負担した (U.S. EPA [40])。この取引と、フリスコでの取引は、排出取引プログラムが開発を許容する例である。これらの面源間取引の交換比率は 1 : 1 であった。

なお、このキーストーン・リゾートに関わるものを除く 2 件の面源間取引と上述のブレッケンリッジ下水処理場に関わる点源・面源取引において、金銭のやりとりは生じていない。

(3) コロラド州チェリー川貯水池

チェリー川貯水池 (the Cherry Creek Reservoir) は、年間約 1.5 百万人の観光客が訪れるレジャー・スポットであり、州立公園になっている。1980 年代

前半に開発が進み、その後も大幅な人口増加が見込まれた。1984年、コロラド州水質規制委員会はチェリー川貯水池の全リン濃度基準を0.035mg/lと定めたが、このままでは1990年頃にはこの基準値を超えると予測し、翌年リンの総量規制に乗り出した⁽⁶⁾。

この対策の一環として、点源・面源排出取引が導入された。ただし、削減計画において都市の面源からの排出を50%削減することが、まず求められた。貯水池へのリンの流入は大半が都市の面源（**urban nonpoint**:市街地などの都市的土地利用や下水道のない地区の生活排水など）からのもので、12の下水処理場からなる点源への排出負荷割当は、この集水域の総負荷割当量の16%にすぎない。このため、リンの削減計画では面源対策を重視し、最善管理方法（**BMP**）を採用し、排出量を半減することを面源に求めた。取引プログラムは、50%の削減が確認されたあと、さらに面源が排出削減を行った場合、その削減分をクレジットとして点源に譲ることを認めるものである。

実際には、面源の排出削減は予定通りに進まず、人口増加と開発の速度も予想以下であったため、取引の必要に迫られた下水処理場もなかった。一方、取引プログラムの運営主体であるチェリー川流域水質規制局は4か所で自ら面源対策を実施し、それによって生じたリンの削減分を取引プール（**trading pool**）としてカウントした。こうして取り引きできるクレジットができたため、1997年、当局は取引プログラムの細目を定めた。規則によると、取引プールからクレジットの移譲を点源が申請する際、クレジットの必要性、点源の排水処理の効率性、排水基準の遵守、規模拡大の妥当性などが審査基準になる。交換比率は1.3:1～3:1の範囲で案件ごとに決定することとされている。1998年9月現在、施設の拡張を計画中の下水処理場から取引の申請がでており、調整中である。

なお、当局の面源対策の費用は貯水池の利用料や税金などで賄われたようであり、取引プールから点源へクレジットを移譲する際の、対価に関する記述は規則にはない。また、取引における審査項目からも窺えるように、このプログラムは面源対策を進めることが主な目的であり、経済性はさほど考慮されて

いないように思われる。

(4) コロラド州チャトフィールド貯水池

チャトフィールド貯水池 (the Chatfield Reservoir) も年間約 1.5 百万人が訪れる州立公園である。ここもチェリー川貯水池と同様、開発に伴う人口増加が見込まれ、リンの削減対策に取り組むことになった⁽⁷⁾。

1984 年、コロラド州水質規制委員会はチャトフィールド貯水池の夏期 (7 ~ 9 月) 全リン濃度基準を 0.027mg/l と定めた。この基準を守るために、89 年に点源に対する濃度規制と負荷量規制が始まった。現在、濃度規制は 30 日平均で 1 mg/l 以下、排出負荷割当は 8 つの下水処理場に合計で年間 7,358 ポンド (3,338kg) が割り当てられている。一方、面源の排出量は推定で年間 9,600 ポンド (4,355kg) と、点源の排出量より多い。このため、チャトフィールド貯水池でも面源からの排出を 50%削減することを目標とした。ここでの面源は降雨時流出が主体であるため、降雨時のリンの流出を防ぐ最善管理方法を採用すること、また、民間の開発業者に対して最善管理方法の採用を条例で定めることが自治体に求められている。

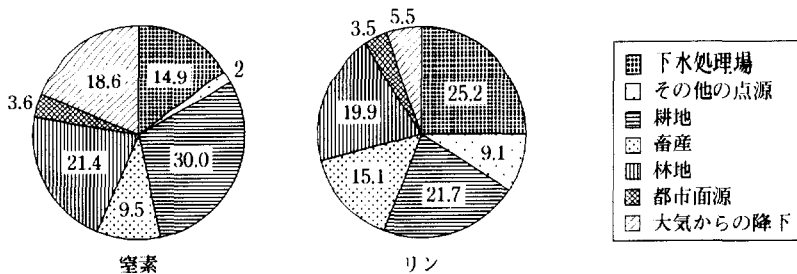
チャトフィールド貯水池の点源・面源取引プログラムは、この削減目標を上回って面源が削減を行う場合、その削減分を点源に譲ることを認めている。交換比率は 2 : 1 である。もう 1 つ注目すべきなのは、96 年の規則改正で点源間取引が認められたことである。これは、濃度規制が守れない場合の取引を認めている⁽⁸⁾。

(5) ノースカロライナ州ター・パムリコ川

ター・パムリコ川 (the Tar-Pamlico River) はノースカロライナ州東部を流れる、全長 290km、流域面積 14,000km² の川である⁽⁹⁾。1980 年代後半、パムリコ川では藻類の大発生と魚の大量死が頻発した⁽¹⁰⁾。1989 年 12 月、ノースカロライナ州の環境管理委員会は同川流域を栄養塩類監視水域に指定した。州は当初、点源に対する濃度規制を提案した。しかし、下水処理場は提案された

濃度を守るための費用を合計で少なくとも 50 百万ドルと見積もったため、この規制に難色を示した。また、1988 年の調査では、ター・パムリコ川に流入する栄養塩類のうち、点源起源のものは窒素で 16.9%，リンで 34.3%なのに対し、農業起源のものは窒素で 39.5%，リンで 36.8%を占めており、面源対策の重要性が指摘された（第 3 図）。このため、州、点源のグループ、および環境保護団体が議論を重ね、代替案として総合的な削減計画を立案した。その中に費用効果的な対策として点源・面源取引プログラムが採り入れられた。

ター・パムリコ川の取引プログラムの仕組みは、以下のようにになっている。点源の一部（12 の下水処理場と 1 つの企業）が「ター・パムリコ川流域組合」⁽¹¹⁾を結成し、その組合が農業費用分担プログラム（Agriculture Cost Share Program）⁽¹²⁾を運営している州環境・自然資源局に資金を提供する。州環境・自然資源局は農業費用分担プログラムの予算に受け入れた資金を加え、農業者の自発的な最善管理方法（BMP）の採用に対して補助金・奨励金を支出する。流域組合は資金を提供すれば排出削減クレジットが得られ、BMP を実施する農業者の選定や BMP が実際に行われているかどうかの検査などは、州環境・自然資源局が責任を持つて行う。また、排出削減クレジットには単価が設定されている。点源が割当量を上回る排出を行いたいときは、この単価に応じて州に BMP の経費を拠出すればよい。したがって、このプログラムは一定



第 3 図 ター・パムリコ川における窒素とリンの発生源別負荷量（1988 年）

資料：Hall and Howett [22].

量以上の排出に対する課徴金制度であるとも言える。

このように、ター・パムリコ川取引プログラムは、面源対策に関して既存の制度を活用し、かつクレジットの単価を設定することによって、点源の負担および取引費用、行政費用の節減が図られている。

栄養塩類削減計画の第1期（1990～94年）では、窒素とリンが削減対象とされた。クレジットの単価は、近隣の河川流域におけるさまざまなBMPの費用と効果に関する研究をもとに、窒素とリン1単位当たりの平均削減費用を計算し、窒素とリンの削減目標量による加重平均を求め、1キログラム当たり56ドルと定めた⁽¹³⁾。このとき、安全率としての交換比率は、耕種部門のBMPで3：1、畜産部門のBMPで2：1が用いられた。第2期（1995～2004年）では、削減対象が窒素に絞られ、その目標は1991年水準の30%減と決められた。また、BMPの費用を再計算し、窒素1キログラム当たり29ドルに変更している。

下水処理場の排水処理技術を詳しく検討した結果、予想以下の費用で排出削減が実現したため、点源の排出量はいまのところ上限に達していないが、ター・パムリコ川流域組合は資金提供を行ってきている。この中にはEPAから得た補助金も含まれている。BMPへの資金提供は97年までに85万ドルで、窒素22.7トンに相当する。BMPの平均耐用年数が10年とされているため、クレジットの有効期間も10年となっている。これに加えて流域組合は、農業環境対策に関わる人件費も拠出している。これが96および97年で10.4万ドルにのぼり、窒素3.5トン分のクレジットとして計算されている。ただし、このクレジットの有効期間は1年である。

(6) ミネソタ州ミネソタ川

ミネソタ川（the Minnesota River）の点源・面源取引は、異なる水質項目間の取引を認めている⁽¹⁴⁾。ミネソタ川は州内で最も汚染がひどく、水質基準が達成されていなかった。1985年、ミネソタ州汚染規制局は下流25マイル（約40km）の区間における炭素系BOD（CBOD）の一日最大総負荷量を24.2トン

と定め、排出負荷割当を行った。

ラー製麦 (Rahr Malting Company) は一日最大総負荷量設定区間の最上流部に位置する麦芽製造会社である。排水はそれまで下水道に流していたが、その料金がいたため、1994 年、規模拡大の機会に自社で排水処理プラントを建設することを計画した。しかし、点源の排出負荷割当はすでに済んでおり、汚染規制局は新規の排出源に NPDES の許可証を出そうとしなかった。そこでラー製麦は、いままで排水していた下水処理場から割当を回してもらうよう頼む代わりに、汚染規制局に点源・面源取引を認めてもらうことを交渉した。これに応じて汚染規制局は、点源・面源取引の指針を作成するとともに、ラー製麦と具体的な条件を協議し、1997 年 1 月にラー製麦に対して排水許可証を交付した。

汚染規制局の作った指針では、まず、点源・面源間で削減費用に大きな差があり、汚染が慢性的であり、かつ汚染物質が変化しない場合⁽¹⁵⁾、取引することが適切であるとしている。そして、取引を認める条件として、次の 3 つの条件を掲げている。

- ①等価性：面源の削減と点源の削減とが水質に対して等しい影響を持つこと。
- ②信頼性 (accountability)：面源の削減対策が実効性を持つこと。
- ③追加性：取引があつてはじめて行われる面源対策であること。言い換えると、取引がなくとも採られたであろう最善管理方法 (BMP) は認めない。

負荷量規制は CBOD に関するものだが、面源汚染は主に農業からの栄養塩類によるものであるため⁽¹⁶⁾、上流の面源が削減すべきものはリンであるとされた。

さまざまな調査に基づく検討の結果、面源からのリン 1 kg の削減は CBOD 8 kg の削減に相当するとされた。また、リン対策として認められた BMP は、土壌侵食防止や河畔の保護、侵食しやすい土地の休耕、家畜を河畔に近寄らせない設備、牧草地の輪作、降雨時流出防止のための湿地の復元などである。これらの BMP それぞれについてリンの予想削減量を計算した。このとき、土壌中のリン分や流達率などに関して控えめな値を採用することにより、交換比率は少なくとも 2 : 1 になっている。

ラー製麦は面源対策のBMPへの資金提供のため、信託基金を造成した。当初200千ドル、そしてクレジットの有効期間である今後10年間に、毎年5,000ドル拠出する。会社の代表、州の職員、環境保護団体および市民からなる基金の理事会が、資金を提供するBMPを決定する。

汚染規制局のSenjem〔37〕は、制度導入の際に障害となったこととして5点を指摘している。①環境保護団体の反対：州の作成した指針が環境保護派の人々の取引プログラムに対する理解に役立ったという。②面源対策の効果の測定。③異なる水質項目間の交換比率の設定。④面源と点源との間の環境影響の比較。⑤調整期間の長さ：市民の十分な理解を得るため、意見聴取期間が何回か延長された。

なお、汚染規制局は1999年4月、ミネソタ川支流のビーヴァー川（Beaver Creek）沿いに位置する南ミネソタ甜菜製糖協同組合の製糖工場に対して、リンに関する点源・面源取引を認める排水許可証を交付した（Minnesota Pollution Control Agency〔31〕）。

（7） ミシガン州カラマズー川

カラマズー川（the Kalamazoo River）では水質取引モデル事業がすすめられている^{〔17〕}。これは、点源・面源取引の環境への影響と経済性を明らかにし、取引プログラムの実施可能性を探るための実験的なプロジェクトである。また、直接的には、面源の自発的な排出削減の取り組みを支援し、水質改善に資することを目的としており、同時に関係機関や組織の連携関係を構築し、地域主導の流域管理計画の策定を行うことを目指している。

対象地域はカラマズー市近郊のカラマズー川流域である。下流にあるアレガン（Allegan）湖の富栄養化が進んでおり、現在一日最大総負荷量を策定中である。モデル事業ではこの対策として、点源・面源取引によるリンの削減に取り組んでいる。交換比率は2：1を採用している。

リンの削減が期待されている面源は主に農業であるが、制度をつくるうえで最大の問題となったのは、農業者間の公平性と面源対策の実効性であったとい

う (Great Lakes Trading Network [21])。

農業者間の公平性とは、次のような問題である。農業部門には排出規制がないため、排出水準は農業者によって差がありうる。したがって、特段の削減対策を現在とっていない農業者が、すでに削減に取り組んでいる農業者に比べて排出削減クレジットを得やすいというのは公平性に欠ける。協議の結果、解決策として、一般的な管理方法 (generally accepted agricultural management practices ; GAAMP) を定めることにした。この水準を現在下回っている農業者が排出を削減する場合、削減量の 50% しかクレジットとして認めない。しかし、この水準を上回る削減をすれば削減量をすべてクレジットに算入する、という仕組みである。OECD [35] で行われている基準点の議論に基づけば、一般的管理方法を守るとは農業者の義務であり、それを下回っている農業者の削減はクレジットとして認めるべきではなく、資金の提供も行われるべきではないということになるが、このモデル事業では農業部門への規制は考えられておらず、一定水準以下の農業者の排出削減に対して半分に割り引いたクレジットを与えるという現実的な妥協策が採られている。

面源対策の実効性とは、対策による削減量をどう計算あるいは測定するか、だれが決めるのかという問題である。このモデル事業の場合、従来から BMP の採用を支援している土壤保全区 (Soil Conservation Districts) の職員などが参加の意向のある農業者に対して、現在のリンの流出量を推定するとともに、いくつかの削減対策を提案する。どのような対策を取るかは農業者が判断するが、土壤保全区では個別対策ごとにリンの想定削減量を計算する。つまり、リンの削減量は公的機関が計算する。これに加えて、モデル事業では水質のモニタリングを行い、対策の効果を調べることにしている。

なお、この事業は NPO であるカラマズー郡フォーラムが実施主体となり、市民団体、環境保護団体、農業団体、地元企業、州の農業局・環境保全局などが連携している。また、各種の基金、財団、EPA、地元企業から資金を得ている。ただし、1999 年のはじめの段階ではまだ取引は行われていない。

(8) その他のプログラム

その他の点源・面源取引の事例3つを簡単に紹介しておく。ロードアイランド州プロヴィデンス (Providence) 市では、ナトリウムの水質基準を守るため、浄水場の設備を改善する代わりに、従来のものよりナトリウム含有量の少ない融雪剤を水源域で使用している。これに関して、市水道局は交通局に年間 60,000 ドルを交付している (U.S. EPA [40])。

カリフォルニア州サンタ・ロサ市では、市の下水処理場で2次処理を施した排水を周辺の農地や牧草地に還元している。これによって下水処理場は、ラグナ・ドゥ・サンタ・ロサ (Laguna de Santa Rosa) への排出量を抑えることができ、農家にとっても養分が得られるという利点がある。なお、この下水処理場は1994年に3次処理を行うようになったが、農地への排水の散布は続いているという (U.S. EPA [40])。

ニューヨーク市水源農業プログラムは、浄水場で高価なフィルターを設置する代わりに水源地の農業者がBMPを採用するのを支援し、水道水の水質を守ろうというものである⁽¹⁸⁾。これも点源・面源取引の一種であるといえる (Letson, Crutchfield, and Malik. [25])。

最後に、面源間取引を1つだけ紹介する。ヴァージニア州のチェサピーク湾保全法は、新規の都市面源を規制しており、開発後のリン排出量は開発前のそれを上回らないことと定めている。これに基づき、ウィリアムズバーグ (Williamsburg) 市ではリンの面源間取引を導入した (Stephenson, Norris, and Shabman. [38])。まず、市が降雨時流出を削減する施設をつくる。開発業者は開発区域で自ら面源対策を行うか、開発前より増えるリン1ポンド (約 0.45kg) につき 2,500 ドルを支払って市の施設からクレジットを購入してもよい。この価格は、クレジットがすべて売れば建設費と維持費を賄う水準に設定されている。市の職員によると、この価格は開発業者による面源対策費用の4分の1であるという。

注(1) 以下の記述は主として Apogee Research Inc. [11], O'Neil *et al.* [36], Jarvie

and Solomon [23] によった。

- (2) 費用節減額の幅は、河川流量と気温の条件を変えたときの違いを表している。
- (3) 明記された資料は見つからなかったが、各種の文献から、フォックス川のプロ
グラムはアラウアンズ型であると思われる。
- (4) 以下の記述は主として Apogee Research Inc. [11], Colorado Department of
Public Health and Environment [15], Elmore, Jaksch, and Downing, [19], Jarvie
and Solomon [23] によった。
- (5) 敷設費用は郡が起債で賄っており、下水処理場の負担はなかった。
- (6) 本項の記述は主として Apogee Research Inc. [11], Colorado Department of
Public Health and Environment [16], Great Lakes Trading Network [21] によっ
た。
- (7) 以下の記述は主として Colorado Department of Public Health and Environment
[17] によった。
- (8) チャトフィールドに関する資料は少なく、取引はいまのところ報告されていな
い。
- (9) ター・パムリコ川は 1 つの川である。ター川の川幅が広がって河口域
(Estuary)になるところから下流をパムリコ川と呼んでいる。
- (10) 以下の記述は主として Apogee Research Inc. [11], Hall and Howett [22],
North Carolina Division of Water Quality [33] によった。
- (11) 組合に加盟している点源で、点源全体の排出量の約 90%を占めている。
- (12) ノースカロライナ州の農業費用分担プログラムについて、詳しくは西澤・合田
〔8〕を参照されたい。
- (13) 第 1 期における流域組合の窒素とリンの削減量は、両者合わせて 200 トンに設
定された。したがって、点源の排出削減費用は当初 50 百万ドル以上と推定され
ていたのに対し、農業部門の BMP への資金提供なら行政費用を別にすれば 11.2
百万ドルで済む計算になる。
- (14) 以下の記述は主として Minnesota Pollution Control Agency [30], Senjem [37],
Michigan Department of Environmental Quality [29], Water Environment &
Technology [42] によった。
- (15) 汚染物質が変化してしまう場合、排出する時点や場所が異なると水質への影響
が異なる可能性があるためである。
- (16) ミネソタ川流域の 92%は農地であるという (Water Environment & Technology
[42])。
- (17) 本項の記述は主として Michigan Department of Environmental Quality [28],
Great Lakes Trading Network [21] によった。
- (18) ニューヨーク市水源地農業プログラムについて、詳しくは西澤・合田〔8〕を

参照されたい。

5. 考 察

(1) 排出取引の成立条件

前節でみたアメリカでの事例をもとに、排出取引制度が機能するための条件を考えてみよう。それぞれの条件は相互に関連する部分もあり、必ずしも明確には分類できないが、ここでは、水質や排出源の状況に関する条件、排出取引の制度設計に関わる条件、およびそれらの前提となる、必要な情報の把握と開示の3つの側面から検討を行うことにする。

1) 水質および排出源の状況

第1に、当然ではあるが、水域に水質基準が設定されており、それに対応した総排出可能量あるいは削減目標がなければならない。そして、少なくとも点源は負荷量規制を受けている必要がある。

第2に、排出源が排出削減を迫られていなければならない。排出割当量が実績より多かたり、必要以上に点源が排出削減に努めている場合は、取引の必要性は生じない。コロラド州の事例ではいずれも将来の人口増加を見込んだ割当が行われており、取引の必要性が生じていない。また、フォックス川では製紙工場が必要以上に排出を削減している可能性がある⁽¹⁾。

第3に、排出源の間で排出削減費用の差が顕著でなければならない。点源の排出削減費用がかなりの額に上るという懸念から取引プログラムが導入された事例が多いが、ディロン貯水池やター・バムリコ川にみられるように、実際には予想よりかなり低い額で、施設の小規模な改良・更新による大幅な排出削減が可能であれば、面源に資金を提供する誘因が小さくなる。

第4に、排出源の数が十分に多いことである。フォックス川に典型的にみられるように、取引に参加できる排出源が少ない場合、取引の可能性はきわめて限られたものになる。したがって、これは次に述べる制度設計にも関わることであるが、面源を取り込むことは取引参加者を増やすうえで有効である。特に、

農業が土地利用の大きな割合を占めている集水域では、農業からの排出がかなりの割合になっていることが一般的であり、農業部門の取り込みが重要となるう。

2) 排出取引の制度設計

第1に、取引に関してなるべく制約条件の少ないことが望ましい。フォックス川では、経済性だけに基づく取引は許されず、バンキングも認められていない。チェリー川貯水池では、面源が50%削減をしてからでないと点源と面源との取引を行えないという規定がある。こうした制約は取引を阻害する。また、EPA〔40〕は点源が取引を行って排出量を増加させるとしても、濃度規制である技術に基づく排水基準を守ることがを求めている。また、技術に基づく排水基準を守れない点源が取引によって他の排出源に削減を肩代わりしてもらうことをEPAは認めない立場をとっている。産業界には、この制約を取引を妨げるものととらえ、技術に基づく排水基準を守っていない点源による取引を認めるよう求める意見がある（U.S. EPA〔41〕）。

第2に、取引費用、行政費用をできるだけ減らすことである。特に、点源の負担を軽減することが重要である。点源・面源取引において、点源が面源対策の費用を賄うだけでなく、農業部門の最善管理方法（BMP）の実施に関する確認や責任、あるいは都市の面源負荷削減施設の維持管理などを行わなければならない場合、点源にとっての取引費用はかなり高いものになる。面源対策の実効性の確保を行政が受け持つ場合は行政費用の上昇を招くことになるが、ター・パムリコ川やカラマズー川の事例のように、農業費用分担プログラムや土壌保全局といった、既存の制度や組織が利用できれば行政費用もあまりかからず、かつ円滑に面源対策をすすめることができる。

第3に、面源対策の実効性を確保することである。これは、モニタリングを行うことが理想的であるが、面源のモニタリングは技術的に困難であるか、費用がかかりすぎるのが一般的である。そこで、前節の事例では、既存の調査研究からそれぞれのBMPによる予想削減量を計算するか、モデル事業・実証事業を行ってBMPの有効性を確認してから取引プログラムを導入している。

第4に、関係各方面の協力体制が取られていることである。点源・面源取引の場合、関係する行政部局は多岐にわたる。また、排出源の参加を広く求めるためには、取引プログラムの設計に際し排出源の関係団体の協力を得ることが必要である。さらに、ター・パムリコ川、ミネソタ川、カラマズー川でみられるように、取引プログラムが市民団体や環境保護団体の支持を得られるようなものであればより望ましい。

3) 必要な情報の把握と開示

1)に挙げた、水質や排出源の状況に関する諸条件が満たされているかどうかを明らかにし、うまく機能する制度を設計するために必要な情報の把握と開示が不可欠である。

第1に、水質および排出源からの排出に関する、十分かつ正確なデータが必要である。これは、排出削減の目標設定や汚染物質の水質への影響を明らかにするうえで欠かせない。

第2に、排出削減費用に関する情報が必要である。1)の3番目に述べたように、排出源の間でどの程度排出削減費用が異なるのかを把握し、排出取引による費用節減効果を明らかにすることが望まれる。

第3に、2)の3番目に挙げた、面源対策の実効性の確保のために、面源対策(BMP)の効果に関するデータが不可欠である。

第4に、これらの情報および取引制度の内容について積極的に開示することは、排出源や市民の理解を得るうえで大変重要であろう。

(2) 排出取引の評価と意義

これまでにも若干触れてきたが、EPAの『流域単位の排出取引に関する枠組み草案』(U.S. EPA [40])に対するコメント(U.S. EPA [41])から窺える、排出取引に対する評価はおおむね以下のである。

環境保護団体は排出取引に対してあまり好意的ではなく、水質保全のためには取引にさまざまな制約が必要であると考えている。特に、点源・面源取引については、面源が規制されていないこと、面源対策の実効性が点源ほど高くな

いことなどから、基本的に反対の立場をとっている。また、面源の排出削減は点源の排出と相殺されるべきではなく、まず面源の排出を削減すべきだという意見もある。

一方、点源や行政機関(州や自治体)は概して取引制度に対して肯定的であるが、EPAの提示している考え方により柔軟性を求めていることが特徴である。

では、排出取引制度の現段階における意義は何であろうか。前節の事例が2(1)で挙げた機能を発揮しているかどうかを検討してみよう。

まず、排出取引制度の最大の特徴といえる排出削減費用節減効果は、取引が不活発なため、いまのところほとんど現れていない。技術開発の誘因についても、どの事例も導入されてまだ日が浅いこともあり、その効果はみられない。

次に、排出取引の導入によって水質が悪化した例はない。したがって、総排出可能量を確実に守るという機能は果たしている。

また、総排出可能量が設定され、それが既存の排出源にすべて割り当てられている水域において、新規の排出源や開発を許容するという機能は発揮されている。こうした取引の事例が、フォックス川、ディロン貯水池、ミネソタ川にある⁽²⁾。

さらに、水質問題の包括的な取り組みにつながるという点については当てはまる事例が多い。特に、ター・パムリコ川では、行政、点源排出源、市民が協力して面源を含む総合的な削減計画を策定している。こうした協力体制の構築と総合的な流域管理の一端を担うということが、現状での取引制度の主要な意義ではないかと思われる。

注(1) McClelland and Horowitz [27] は製紙工場の実際の排出量が許可量を一般にかなり下回っていることを指摘している。

注(2) 最近、EPAは排出取引に関する規定を盛り込んだ、水質保全規則の改定案を公表した(*Federal Register* 64 (162) (August 23, 1999):46057-46089)。この改定案では、水質基準が守られていない水域において、点源が当該汚染物質を新たに排出しようとするとき、あるいは排水許可証で認められた量より20%以上増加させようとするとき、排出取引によって新規の排出や排出の増加を相殺しなければなら

ないとしている。取引の相手は点源・面源のいずれでもよく、交換比率は排出増加1に対して排出削減を1.0～1.5に設定することとしている。

6. おわりに——日本の水質保全対策に対する示唆——

排出取引制度を日本で導入することは可能であろうか。前節で挙げた、排出取引の成立条件のうち、最初に述べた水質および排出源の状況に関する諸条件を検討することによって、このことを検討してみたい。

まず、第1の水質基準や削減目標、負荷量規制についてであるが、公共用水域には環境基準（水質基準）が設定されている。そして、東京湾、伊勢湾、および瀬戸内海では化学的酸素要求量（COD）の総量規制が行われており、湖沼法に基づく指定湖沼ではCOD、窒素、リンに関して負荷量規制が行われている。

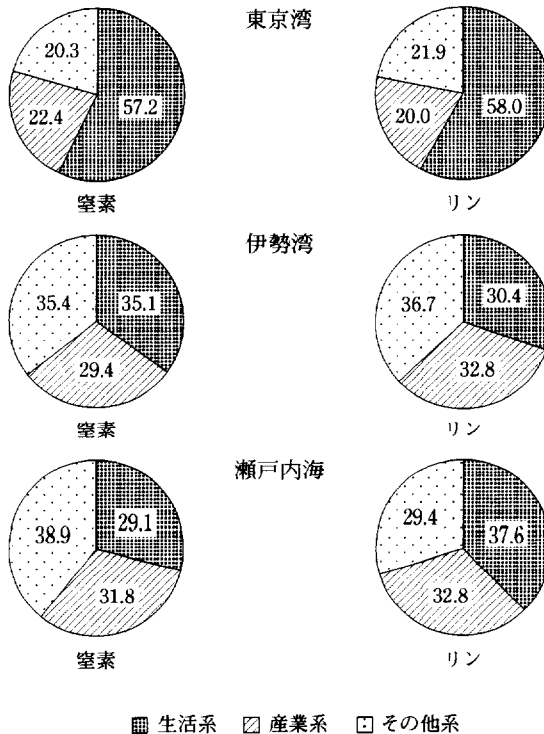
第2の、排出源が排出削減を迫られているかどうかという点についてであるが、上述の負荷量規制は、実質的には濃度規制か、あるいは実効力のない規制となっているという指摘がある⁽¹⁾。これは、現行の規制が厳しいものではないことを示しているが、水質基準が満たされているわけではない。1997年度の公共用水域における環境基準の達成率は、BODまたはCODでみると、全体で78.1%であったが、湖沼では41%とかなり低く、海域でも4分の1の地点が基準を満たしていない（環境庁〔4〕）。このことから窺えるように、湖沼や閉鎖性海域における富栄養化は依然として問題であり、さらなる対策が求められているのである。

第3は、排出削減費用についてである。Ballatore〔12〕は琵琶湖におけるリンの点源間取引の経済的効率性を検討している。シミュレーションでは、産業系からのリンを30%削減しようとする場合、画一的な排出規制に比べ排出取引は費用が47%少なくて済むという結果が得られた。日本における面源の排出削減費用に関する資料はないが、点源間で排出削減費用にかなりの差があるのであれば、点源と面源との間には、少なくとも同様の、あるいはそれ以上の

格差があると思われる。

第4は、排出源の数についてである。これは対象とする水域の大きさに依存するが、琵琶湖程度の大きさの集水域であれば、取引が行われるのに十分な数の排出源があるといえるだろう。

以上みてきたように、排出取引制度導入の条件は揃っているとみなせる。それでは、排出取引の導入を検討する意味はあるであろうか。ここでは、点源・面源取引に絞ってこの点を検討する。



第4図 主要海域における窒素とリンの発生源別負荷量（1989年）

資料：須藤〔6〕

第4図は、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海について、窒素およびリンの負荷量を発生源別にみたものである。伊勢湾と瀬戸内海では、工場・事務所などの産業系、し尿や生活雑排水などの生活系、都市や農地といった面源および自然系からなるその他系がほぼ同じような割合で排出していることがわかる。このうち、産業系に対しては、水質汚濁防止法や都道府県条例に基づく排水基準(濃度規制)が設定されており、地域によっては上述のような負荷量規制も行われている。また、生活系に対しては、下水道の整備や合併浄化槽の普及がすすめられている。他方、面源については積極的な対応が図られているとはいえない。したがって、面源対策が今後重要になるという認識は高まりつつある。加えて、点源対策が進むにつれて面源の排出割合は相対的に高くなってきていると思われる。

こうした状況を踏まえ、面源を含めた総合的な負荷削減の必要性が指摘されている⁽²⁾。しかし、現行の負荷削減計画は、各部門の対策が列挙されているだけであり、どの部門でどのような対策を取れば、より少ない費用で効果的に排出できるか、という視点が欠けている。排出取引制度の導入の是非を検討することは、この視点から水質保全対策を見直すことにつながり、総合的な水質保全政策に向けた契機となりうるのではないだろうか。その際、まず必要とされるものは、各種の情報、特に面源対策の効果と費用に関するデータである。

注(1) 岡〔3〕による。また、岡〔3〕はそもそも負荷量を割り当てるときに公平性が問題となるため、実効性のある負荷量規制はできないとしている。

(2) 例えば、須藤〔6〕など。

【参 考 文 献】

- 〔1〕 岩田規久男・日引聡「環境保全制度としての譲渡性開発権制度」(『環境科学会誌』第1巻第2号, 1988年), 91~98ページ。
- 〔2〕 岡敏弘「ドイツ排水課徴金(1): 有効性の定量的評価」植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著『環境政策の経済学』(日本評論社, 1997年), 33~51ページ。

- [3] 岡敏弘「直接規制」植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著『環境政策の経済学』(日本評論社, 1997年), 129~146 ページ。
- [4] 環境庁編『環境白書 平成 11 年版 各論』(大蔵省印刷局, 1999年)。
- [5] 北村喜宣『環境管理の制度と実態——アメリカ水環境法の実証分析——』(弘文堂, 1992年)。
- [6] 須藤隆一監修『内湾・内海の水環境』(ぎょうせい, 1996年)。
- [7] 新澤秀則「排出許可証取引」植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著『環境政策の経済学』(日本評論社, 1997年), 147~190 ページ。
- [8] 西澤栄一郎・合田素行「アメリカ大西洋岸 3 州の農業環境政策」(『農業総合研究』第 53 巻第 1 号, 1999 年 1 月), 89~128 ページ。
- [9] 諸富徹「ドイツ排水課徴金(2): 制度史とポリシーミックス分析」植田和弘, 岡敏弘, 新澤秀則編著『環境政策の経済学』(日本評論社, 1997年), 53~77 ページ。
- [10] 諸富徹, 岡敏弘「オランダ排水課徴金——その「成功」の意味——」(『エコノミア』第 49 巻第 3・4 号, 1999 年 2 月), 1~19 ページ。
- [11] Apogee Research Inc. *Incentive Analysis for Clean Water Act Reauthorization: Point Source/Nonpoint Source Trading for Nutrient Discharge Reductions*. 1992.
- [12] Ballatore, Thomas. "Transferable Discharge Permits for Eutrophication Control: Theoretical Issues and System Design for Lake Biwa." Ph.D. Dissertation. University of Tokyo. 1999.
- [13] Baumol, William J. and Wallace E. Oates. *The Theory of Environmental Policy*. Second Edition. Cambridge University Press. 1988.
- [14] Callan, Scott J. and Janet M. Thomas. *Environmental Economics and Management Theory, Policy, and Applications*. McGraw-Hill. 1997 (スコット J. カラン, ジャネット M. トーマス著, 生態経済学研究会訳『環境管理の原理と政策』[食料・農業政策研究センター国際部会, 1999年])。
- [15] Colorado Department of Public Health and Environment. *Dillon Reservoir Control Regulation*. Regulation No. 71. July 1997.

- [16] Colorado Department of Public Health and Environment. *Cherry Creek Reservoir Control Regulation*. Regulation No. 72. May 1998.
- [17] Colorado Department of Public Health and Environment. *Chatfield Reservoir Control Regulation*. Regulation No. 73. July 1998.
- [18] Dales, J. H. *Pollution, Property, and Prices*. University of Toronto Press. 1968.
- [19] Elmore, Tom, John Jaksch, and Donna Downing. "Point/Nonpoint Source Trading Program for Dillon Reservoir and Planned Extensions for Other Areas." In *Perspectives on Nonpoint Source Pollution*. Proceedings of a National Conference. U. S. EPA. 1985. pp.413-416.
- [20] Field, Barry C. *Environmental Economics: An Introduction*. Second Edition. McGraw-Hill. 1997.
- [21] Great Lakes Trading Network. *Second Semi-annual Report to the Great Lakes Protection Fund*. December 1998.
- [22] Hall, John C. and Ciannat M. Howett. *Guide to Establishing a Point/ Nonpoint Source Pollution Reduction Trading System for Basinwide Water Quality Management: The Tar-Pamlico River Basin Experience*. EPA-904-95-900. July 1995.
- [23] Jarvie, Michelle and Barry Solomon. "Point/Nonpoint Effluent Trading in Watersheds: A Review and Critique." *Environmental Impact Assessment Review* 18 (1998): 135-157.
- [24] Letson, David. "Point/Nonpoint Source Pollution Reduction Trading: An Interpretive Survey." *Natural Resources Journal* 32 (Spring 1992): 219-232.
- [25] Letson, David, Stephen Crutchfield, and Arun Malik. *Point-Nonpoint Source Trading for Managing Agricultural Pollutant Loadings: Prospects for Coastal Watersheds*. Agricultural Economic Report No. 674. USDA Economic Research Service. September 1993.
- [26] Malik, Arun S., David Letson, and Stephen R. Crutchfield. "Point/Nonpoint Source Trading of Pollution Abatement: Choosing the Right Trading Ratio."

- American Journal of Agricultural Economics* 75 (November 1993): 959-967.
- [27] McClelland, John D. and John K. Horowitz. "The Cost of Water Pollution Regulation in the Pulp and Paper Industry." *Land Economics* 75(2) (May 1999): 220-232.
- [28] Michigan Department of Environmental Quality. "Kalamazoo Water Quality Trading Demonstration Project Summary." September 1998.
(URL: www.deq.state.mi.us/swq/trading/htm/kzo.htm)
- [29] Michigan Department of Environmental Quality. "Summary of Other State Programs." In Michigan Department of Environmental Quality. *SWQD Market-Based Program Feasibility Study*. September 1998.
(URL: www.deq.state.mi.us/swq/trading/temp5x.htm)
- [30] Minnesota Pollution Control Agency. "Rahr Malting Company, 'trading' permit." Fact sheet, March 1997.
- [31] Minnesota Pollution Control Agency. "MPCA, Beet Sugar Cooperative, State and Local Groups Craft Innovative Watershed Protections in Southwestern Minnesota." News Release, May 12, 1999.
- [32] Montgomery, W. David. "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs." *Journal of Economic Theory* 5 (1972): 395-418.
- [33] North Carolina Division of Water Quality, Water Quality Section. *Tar-Pamlico River Nutrient Management Plan for Nonpoint Sources*. Second Annual Status Report to the Environmental Management Commission. July 1998.
- [34] OECD. *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*. OECD 1997.
- [35] OECD. *Environmental Benefits from Agriculture: Issues and Policies*. OECD. 1998 (OECD 編, 農林水産省農業総合研究所監訳『農業の環境便益 その論点と政策』〔家の光協会, 1998年〕).
- [36] O'Neil, William, Martin David, Christina Moore, and Erhard Joeres. "Transferable Discharge Permits and Economic Efficiency: The Fox River."

Journal of Environmental Economics and Management 10 (1983): 346-355.

- [37] Senjem, Norman. "Case Study: Minnesota-Pollutant Trading at Rahr Malting Co." Environmental Regulatory Innovations Symposium. November 1997. (URL: www.pca.state.mn.us/hot/es-mn-r.html)
- [38] Stephenson, Kurt, Patricia Norris, and Leonard Shabman. "Watershed-Based Effluent Trading: The Nonpoint Source Challenge." *Contemporary Economic Policy* 16 (October 1998): 412-421.
- [39] U.S. EPA. "Effluent Trading in Watersheds Policy Statement." *Federal Register* 61(28) (February 9, 1996): 4994-96.
- [40] U.S. EPA. *Draft Framework for Watershed-Based Trading*. EPA 800-R-96-001. May 1996.
- [41] U.S. EPA. *Summary of Public Comments on Watershed-Based Trading*. 1997. (URL: www.epa.gov/OWOW/watershed/tradecom.html)
- [42] Water Environment & Technology. "Nonpoint Source Trading Creates New Discharge Opportunities." *Water Environment & Technology* 9(5) (1997): p18.

〔要 旨〕

水質保全対策としての排出取引制度

——アメリカの経験から——

西 澤 栄一郎

本研究では、水質保全のための排出取引制度について、その中でも実例が多く、費用節減効果が高いと考えられる点源・面源間の排出取引を中心に、アメリカの事例を分析し、その意義を考察する。

水質汚染物質の排出源は、排出される場所や施設が固定していて特定可能な点源 (point source) と、排出源が正確に特定できず、面的あるいは間接的に排出する面源 (nonpoint source) とに分けられる。点源は下水処理場や工場などからなり、面源には農林地や市街地、建設現場からの排水、降雨時の流出、大気からの降下などがある。

まず、アメリカの水質規制を概観する。点源は、排水許可証がなければ水域に直接排水することができない。また、点源には全国一律の排水基準が設けられており、これは濃度規制の形をとっている。この規制だけでは水域の水質基準が達成されない場合、総量規制 (負荷量規制) が行われ、各点源に排出許可量が割り当てられる。他方、面源には特定の地域を除けば規制はない。

排出取引制度は、負荷量規制が行われている水域において、排出許可量を守っている排出源が削減した場合は、その削減分をクレジットとして許可量以上に排出したい排出源に譲ることを認め、全体として許可量を超えないようにするという方式である。連邦環境保護庁は、流域単位の排出取引を用いることを積極的に推奨している。

排出取引の一種である点源・面源排出取引は、排出削減を迫られている点源に対して、さらに自ら削減をすすめる代わりに、面源に資金を提供し、負荷削減対策である最善管理方法 (BMP) の採用によって排出削減をしてもらうことを認める、という仕組みである。面源の限界排出削減費用は点源のそれに比べてかなり低いものと考えられており、点源・面源排出取引では取引による大幅な費用の節減が期待されているものの、いまのところ取引はあまり活発ではない。これは、排出割当量が将来の経済成長を見込んで設定されたものの、その後の成長が予想以下であったり、思ったより低額で点源の排出削減が実現し、取引の必要性が生じていない水域が多いというのが主な理由である。また、取引に関わる制約が多く、それが取引を阻害している事例もある。

現状での排出取引の主要な意義は、総量規制が行われ、その総量が既存の排出源にすべて割り当てられている水域において、新規の排出源や開発を許容できること、および面源を含む包括的な水質保全の取り組みにつながり、関係各方面の協力体制の構築と総合的な流域管理の一端を担っているということではないと思われる。