# 地球温暖化対策検討部会だより

今回は、農業経済学や農業経営学を専門とする(独)農業・食品産業技術総合研究機構北海道 農業研究センター北海道農業経営研究チーム主任研究員の若林勝史氏に経済学の分野からみ た地球温暖化対策について寄稿していただきました。

# 進む那出量取引一農業分野における動向と思題

前号にて、「コモンズ(共有地)の悲劇」に関する話題がありました。地球温暖化をはじめとする 地球環境問題の深刻化は、まさしくコモンズの悲劇であり、その解決にむけて様々な分野から取り組 みが進められているところです。

今回、経済学の分野において環境問題をどのようにとらえてきたか、またその対応策として注目される排出量取引と農業分野に適用する場合の課題について、話題を提供させていただきたいと思います。

また、2月22、23日の二日間にわたり、国際シンポジウム「地球温暖化と農業のかかわり」(農林水産省主催)が東京で開催されました。シンポジウムでは、地球温暖化に対する諸外国の取り組み事例も交えながら、「農業分野における温室効果ガス排出量取引に関する課題と展望」(1日目)と「地球温暖化に日本農業としてどのように備えるか」(2日目)をテーマに議論が行われました。そこで、この場をお借りして、シンポジウムにおけるいくつかの興味深い論点をご紹介させていただきたいと思います。

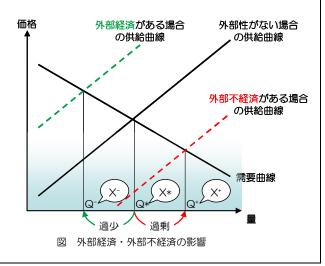
## 外部不経済を内部化する一排出権取引

#### 1) 外部不経済の存在

理論経済学には、アダム・スミスのいわゆる「神の見えざる手」を理論的に示した「厚生経済学の第一基本定理」というものがあります。これは、理想的な価格メカニズムのもとで、各経済主体(生産者・消費者)が市場の価格シグナルに従って利益を追求すれば、社会的に効率な資源配分が達成されるというものです。

しかし、この基本定理が成り立つのは、あくまで「理想」的な市場が存在することが前提となります。たとえば、外部経済や外部不経済が存在する場合一すなわち、市場を介さずに他の経済主体に影響を与えるような場合は、いわゆる「市場の失敗」に陥り、適切な資源配分が達成されません。

図は外部不経済の存在によって最適な資源配分が歪められるしくみを示したものです。たとえば、Q という商品の生産に伴って温室効果ガス X が排出されることを考えてみましょう。温室効果ガスの排出が適切に規制され、生産者が X の削減に相応の



コスト(または X が及ぼす被害の補償対価)を支払った場合の生産量および排出量が、実線の供給 曲線と需要曲線の交点 Q\*、X\*で示されるとします。

もし、X が全く規制されず、生産者が X の削減に特段努力する必要がない場合はどうなるでしょうか。生産者は、削減のためのコストを負担する必要がないため、供給曲線は赤点線のように下方にシフトします(削減コストを負担しない分、安い価格で供給できます)。その結果、需要と供給の均衡点である生産量 Q\*は最適な生産量 Q\*よりも過剰となり、それに伴う X\*も過剰に排出されることになります。これが「コモンズの悲劇」が引き起こる原因です。

いわゆる環境経済学の分野では、こうした外部不経済を是正する方策、すなわち、生産者の削減努力を促すためのインセンティブのあり方が検討されてきました。その主なものが、直接規制、環境税 (環境補助金)、そして排出量取引です。

#### 2) 外部不経済への対処①-直接規制

直接規制は、法的・統制的手段により排出基準(たとえば Q\* or X\*)を遵守させ、社会全体で削減目標を達成する方法です。この方法は、確実性と即効性という点で優れています。しかし、企業間、産業間の削減効率に関係なく一律の削減量を課すため、社会全体で見たときに無駄なコストを掛けてしまう場合があります。例として、社会に年間排出量 2t でその削減費用が 1 円/t の企業 (A) と、年間排出量が 2t で削減費用が 2 円/t の企業 (B) があるとします。もし、社会全体で年間 2t 削減を目標とする場合、直接規制では A、B ともに 1t/年ずつ削減することになります。A が B の分もまとめて 2t 削減すれば 2 円のコスト負担で済みますが、直接規制では A 企業 1 円、B 企業 2 円を負担するため、社会全体では無駄に 3 円のコストを掛けて削減することになります。

#### 3) 外部不経済への対処②-環境税(環境補助金)

直接規制の社会的非効率性を回避する方策のひとつとして、環境税(環境補助金)があります。環境税は、単位排出量に対して課税することでインセンティブを与える方策です。先の例で、1t の排出につき 1 円の環境税を課税したとします。すると、B は 4 円掛けて削減するよりも、2t 排出して2 円の税金を支払った方が得です。一方、A は 2 円のコストを負担して 2t を削減することになります。結果的に、社会全体では最も低いコスト 2 円で目標の 2t を削減できることになります(補助金の場合も同様の議論が成り立ちます)。

しかし、環境税にもデメリットはあります。それは、税率を決めるために膨大な行政コストがかかることです。削減目標を確実に達成するためには、社会に存在するすべての企業の削減コストを把握しなければなりません。例えば、先の例で A と B の削減コストがわからず、0.5 円/t の税率を設定したとします。すると、B だけでなく A も削減しなくなり、社会の目標が達成されなくなります(逆に 2.5 円/t とした場合は、B も過剰なコストを掛けて削減することになります)。例では 2 つの企業のコストを把握するだけで済みますが、現実には膨大な数の業界、企業の削減コストを把握しなければなりません。また、経年的な技術進歩を考慮すると、それらコストを逐一把握していく必要があります。

### 4) 外部不経済への対処③-排出量取引

排出量取引では、上の2つの方策の問題点を回避することが可能です。排出量取引は、排出する行為に権利を与え、その権利を市場で取引する方策です。言うなれば、外部不経済の市場化(内部化)です。例えば、社会全体で 2t 削減するために A、B ともに 1t の排出枠(削減目標)が割り当てられたとします。すると、B は自ら 2 円負担して 1t 削減するよりも、A に 1 円支払って、代わりに 1t 削減してもらう方が得です。また、A は B の分と合わせて 2t 削減することになりますので、環

境税の場合と同様、最小のコストで目標を達成できます。さらに、行政も企業の削減コストを把握する必要はなく、社会全体の目標と各企業への排出枠を割り当てれば、厚生経済学第一定理に従って、価格と各企業の削減量が市場メカニズムのもとで最適に調整されることになります。

ただし、排出量取引も万能ではありません。とくに問題となるのは、各企業の排出枠をいかに設定するかという点です。最初の排出枠を如何様に配分しても、社会的には効率的な排出量取引が行われます(厚生経済学の第二基本定理)。しかし、各企業にとってみれば、最初の排出枠割り当てがその後の経営に大きな影響を及ぼします。農業においても、現状からの削減量を評価するのか(ベースライン&クレジット)、または、現状よりも低い基準を設定するか(キャップ&トレード)は重要な問題です。この点は、先の国際シンポジウムでも議論されました。そのときの議論は最後にご紹介したいと思います。

# 国内の排出量取引と農業分野の取り組み

#### 1) 国内における排出量取引制度

排出量取引は、京都議定書(1997年)においても温室効果ガス(GHG)削減手段のひとつとして位置づけられました。これを受け、国内では、2005年環境省により自主参加型の排出量取引制度 JVETSが実施されました。また、2008年には「京都議定書目標達成計画」の改定に伴い、内閣官房を中心に国内統合市場(JVETSを含む)の試行的実施が始まりました。

現在の国内における排出取引制度を整理すると表のようになります。

#### 表 国内における排出量取引制度

		<ul><li>④オフセット・クレジット</li></ul>			
	①試行排出量取引 スキーム	②JVETS	③国内クレジット	(J-VER)制度	
所管省庁	内閣官房、経産省、環境省	環境省	経産省、環境省、農水省	環境省(林野庁)	
対象	エネルギー起源 CO <sub>2</sub>	エネルギー起源 CO <sub>2</sub>	エネルギー起源 CO <sub>2</sub>	温室効果ガス	
仕組み		、京都クレジットの取引を	A(大企業等)の技術・資金等の提供により、B(中小企業等)が削減した二酸化炭素排出量を認証し、A のクレジット(排出量)とする仕組み		
目的		企業の排出削減目標の達成	企業 CSR		
クレジット の創出	キャップ& (削減目標の		ベースライン&クレジット (現状からの削減努力を評価)		
目標	排出総量目標は、企業又は 業界自主行動計画に整合 的なもの。①直近の実績、 ②自主行動計画目標のう ち、高いほうに設定。	平均) 一削減予測量(基準 年度排出量の十数%)			
事業者の 資格	日本行動計画を持つ企業	自主行動計画を持たない 企業(2010年より)	自主行動計画を持つ企業 Aと持たない企業 B	特になし・単独 OK (他と重複しないこと)	
認証機関	産省、環境省)	JVETS CA委員会 1.制度全般の検討 2.計画書・報告書の承認 3.参加者の排出量の確定 4.第三者検証機関の監督 等	国内クレジット認証委員会 1.排出削減方法論の承認 2.排出削減事業の承認 3.排出削減量の認証・管理 4.審査機関及び審査員の 登録・管理	J-VER 認証運営委員会 1.方法論の策定 2.プロジェクト登録の決定 3.クレジットの認証・発行等	
審査機関	所管部局(各業種所管の省 庁部局)。 ただし、第三者の検証を経 ること(検証機関は、政府 が認めた民間審査機関 等。)	民間審査機関 等	民間審査機関 等	ISO14064-2 に基づき ISO14065 で認定を受け た機関が計画の妥当性確 認とモニタリング報告検 証を行う。	

注)自主行動計画とは、平成 20 年 3 月 28 日に閣議決定された京都議定書目標達成計画に基づき、日本経団連傘下の個別業種、又は日本経団連に加盟していない個別業種が策定し、政府による評価・検証を受ける個別業種単位での二酸化炭素排出削減計画のこと。

国内取引制度の中心となる国内統合市場(①~③)はエネルギー起源  $CO_2$  を対象としています。このうち、①試行排出量取引スキームと②JVETS は、各企業の割当量に対する超過達成分を取引する仕組み(キャップ&トレード)で、①は自主行動計画を持つような大企業間での取引を、②は自主行動計画を持たない中小企業の取引を対象としています。一方、③国内クレジットは大企業の技術・資金提供により中小企業が現状よりも排出削減した分を、大企業側のクレジットと認める仕組みです(ベースライン&クレジット)。また、④J-VER は国内統合市場に合わせて環境省が始めた制度で、基本的仕組みは、③国内クレジットと同じですが、対象企業をとくに限定しない、さらに GHG も $CO_2$  に限定しないといった特徴があります。

#### 2)農業の排出量取引に対する取り組みと課題

国内統合市場がエネルギー起源  $CO_2$  を対象としていることから、農業分野の参加事例も主にエネルギー消費型の施設園芸が中心で、事業規模が小さいことから、②JVETS や③国内クレジットへの参加がほとんどです。

一方、農林水産省では、「地球温暖化対策総合戦略」(2007年)を策定し、非エネルギー起源 GHG 削減も視野に入れた温暖化防止策の推進方向を示しめしています。また、2009年には「農林水産業における排出量取引の国内統合市場の試行的実施等推進検討会」(以下、推進検討会)を設置し、非エネルギー起源 GHG を対象とする④J-VER への参加推進が検討されてきました。その検討過程で、農業、とくに非エネルギー起源 GHG を取引対象とする場合に、以下のような課題が浮かび上がりました。

通常、排出量取引では、第三者による削減量の検証・審査を踏まえる必要があります。農業は経営 規模が零細で、農家1戸当たりの排出量も少ないため、相対的に検証・審査に係るコストが増大する という問題があります。これに関しては、地域ぐるみの申請やそれを取りまとめる機関の創設などを 検討していく必要があります。

さらに、重要な問題点として、信頼性の高い GHG 排出量の算定やモニタリングを如何に実施するかという課題があります。これは、国際シンポジウムでも触れられた点です。

エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の場合、閉鎖された環境(燃焼機関等)から排出されるため、活動量(エネルギー使用量)とその排出係数によって簡易に算定可能であり、かつ、その活動量も正確にモニタリングすることが可能です。これに対し、例えば農地土壌の GHG 貯留・排出削減のような農業特有の取り組みを扱う場合には、排出量が気候条件や土壌条件等の影響を大きく受けるため排出係数のばらつきが大きく、また、実測するにも開放された環境であるために正確なモニタリングが困難となっています。

排出量取引では、目に見えない GHG 削減量を産業の垣根を超えて取引します。そのため、農業分野も他産業並みの精度で GHG 削減量を評価しなければなりません。今後、農業分野における排出量取引参加を推進するには、高精度で、かつ零細な農業経営にも適用可能な算定・モニタリング手法の確立が求められています。

### 国際シンポジウムに参加して

最後に、国際シンポジウムにおける報告・議論の論点をいくつかご紹介したいと思います。

#### 1)動き始めた農業の排出量取引

1日目の「農業分野における温室効果ガス排出量取引に関する課題と展望」では、ニュージーランド、オランダ、韓国の排出量取引に関する動向が紹介されました。経済や温室効果ガス排出源に占め

る農業のウェイト、また農業の環境条件や経営条件はそれぞれの国によって異なりますが、いずれの国も農業の排出量取引に向けた制度整備が本格化しつつあります。ニュージーランドでは、2015年の農業の排出量取引義務的参加を目標に、排出係数や算定方法の整備が進められています。オランダでは、園芸生産において排出量取引に関わる法整備がすすめられ、2013年以降には本格的なシステムを導入する計画です。また、韓国でも、2013年の排出量取引制度実施において農業を対象に含めており、農業サイドも排出量取引を長期的に農業・農村の収入源としていくことを位置付けています。過去に各国の農業政策が、価格支持政策から直接支払政策に移り変わってきたように、今後、農業における排出量取引も国際的スタンダードになっていくものと思われます。

#### 2) 温暖化問題における農業の三側面

排出量取引においては、最初の排出枠の割り当てが問題になると述べました。シンポジウムでもその点が議論となり、パネリストから次のようなひとつの見解が提示されました。それは、農業が他の業種とは異なり、①排出源(加害者)であり、②吸収源(貢献者)であり、③さらに温暖化の被害を受ける産業(被害者)でもあるという認識です。したがって、排出枠の公平性を議論する際には、排出源としての側面だけでなく、他の性格も十分考慮しなければならないということです。また、農業の多面的機能の維持などを目的とする農業政策(環境支払等)との整合性も考慮しなければなりません。海外では、そうした農業政策との関係から、現状を基準とするオフセット制度などが主流となっています。

#### 3) 適応は意思決定である

「適応は意思決定である。」これはイギリスのパネリストが強調した点で、今回のシンポジウムで最も印象的なキーワードでした。ここで言う「適応」とは温暖化適応策のことを指しますが、緩和策についても同様のことが言えると思います。「緩和は意思決定である。」すなわち、緩和策を実施するかどうかは、生産者の意思決定を経るということです。温暖化問題を議論するときーとくに我々、研究者が反省すべき点かもしれませんが一理想論のみを語りがちです。しかし、いくら理想を説き、緩和技術を開発し、また緩和に対するルールづくりを行ったとしても、それらが生産者に受け入れられなければ、決して実行されることはありません。したがって、農業の温暖化対策を進めるには、生産者との対話に基づいて、問題点の把握とそれに基づく適切な解決方法の提示を繰り返しながら、漸進的に進めていかなければなりません。そういう意味で、農業の温暖化対策は、生産者、行政、技術者が連携し、共に創り上げていく(Co-Creation)過程であるといえます。

若林 勝史 北海道農業研究センター北海道農業経営研究チーム主任研究員

2003年筑波大学大学院農学研究科修士課程取得退学。同年、北海道農業研究センター採用、2010年から現職。専門は、農業経営学、農業経済学。現在、北海道畑作における新技術の経営評価や農産物マーケティングを研究。

◇本部会の情報収集・発信WG◇

北海道農政部農村振興局農村計画課 農地計画グループ

Tel 011-231-4111(内線 27-425)

部会へのご意見お待ちしています E-mail nosei.keikaku1@pref.hokkaido.lg.jp

# 温暖化の彩染

本部会の取組をより身近に考えるきっかけとして、T部会長からのコラムを掲載いたします。今回は 前回好評であった(?)確率降雨年に続き「気候変動に伴う排水路計画の概念」をお届けします。

これまでの雨量や洪水量の確率計算では、雨量や洪水量のデータが経年的に増減しないこと(定常性)を前提とした計算手法を適用してきたが、地球温暖化に伴い降雨量は、経年的に増加することが推計されており、これまでの確率計算は適用出来なくなる可能性が高い。図-1は網走管内津別町の年最大日雨量のアメダスデータから、再現年数に応じた確率日雨量を岩井法により求めたものである。

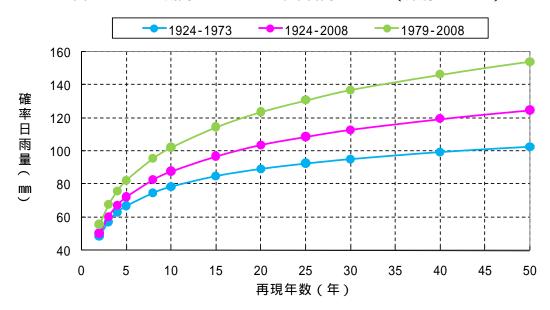


図-1 データ期間の違いによる確率日雨量の違い(津別アメダス)

データ期間は、青グラフが観測開始年(1924年)から 1973年までの 50年間、赤グラフが 1924年から 2008年までの 85年間、緑グラフが直近 30年(1979~2008年)のものである。グラフのとおり、近年の降雨量の増大を反映して、直近 30年(緑) > 2008まで(赤) > 1973まで(青)の順で確率日雨量が大きくなっている。

次頁の表-1では、各データ期間の 1/10 確率日雨量が、異なるデータ期間では、どれくらいの確率 になるかを求めた。

この表では、1/10 確率日雨量は、1973 年までのデータに基づくと 78.4 mm、2008 年までのデータに基づくと 87.8 mm(1973 までのデータ比 112%)、直近 30 年間のデータに基づくと 102.3 mm (130%)となる。

ここで、1973 年までの 1/10 確率日雨量 78.4 mmは、2008 年までのデータに基づくと 1/6.8 年確率、直近 30 年間のデータに基づくと 1/4.7 年確率と大幅に低下する。また、直近 30 年間のデータに基づく 1/10 確率日雨量 102.3 mmは、2008 年までのデータに基づくと 1/18.4 年確率、1973年までのデータに基づくと 1/52 年確率と確率年が大幅に大きくなる。

表-1 異なるデータ期間に対応した確率年

1 / 1 0 確率日雨量	1973まで	2008まで	直近30年
データ期間	(78.4mm)	(87.8mm)	(102.3mm)
1973までのデータ	1/10	1/20.2	1/52.4
2008までのデータ	1 / 6 . 8	1/10	1/18.4
直近30年	1 / 4 . 7	1 / 6 . 3	1/10

このように元々、1/10 と非常に低い整備水準の農業用排水路は、近年の降雨量の増加によって、整備水準が相対的に低下している地域が存在する。加えて、今後温暖化の加速化により集中豪雨が頻発、強大化することが予想される中、洪水計算ではどのような対応をしていくべきだろうか。

農業用排水路で用いている確率雨量は大雨資料の統計編によっているものが多いが、これは、出来るだけ長い統計期間を得るため、過去の全てのデータを含めて統計処理されている。これは降雨量が定常状態の場合は長い統計期間を用いることにより確率雨量の安定性は向上するが、近年のように降雨形態の時系列的な変化が増加傾向の場合には、古いデータに影響されて直近の傾向が反映されにくいという

このため、大雨資料とここで用いた「直近30年間データ」に基づく確率雨量を比較し、総合的に確率雨量を検討するのも一案かもしれない。

欠点がある。

表-2 超過洪水発生時の流況及び影響

流量	流速	流	農地への影響	確率年
(m3/s)	(m/s)	mit 7t		
5.0	1.5	正常に流下可能	農地被害なし	1/10
6.0	1.8	排水路装工断面を 10 cm越え。排水法面は浸食を受けない	農地被害なし	1/20
7.0	2.1	排水路装工断面を 30 cm越え。急勾配カ所で排水法面浸食	農地被害なし	1/30
8.0	2.4	排水路装工断面を 50 cm越え。 ほとんどのカ所で排水法面浸食	一部で農地冠水	1/50
9.0	2.7	排水路から越水。ほとんどのカ所で排水法面浸食。断面崩壊	低地で農地冠水	1/100

現在の整備水準を向上させて 1/10 確率以上の整備(例えば 1/30 確率)を行うことは、公共投資が削減される中では難しい。このため表-2 のように、当面は超過洪水(ここでは、1/10 確率を越える洪水)が発生した場合、守るべき農地や排水路にどのような被害が発生するかをあらかじめシミュレートし、地元関係機関・受益者に説明しておくことが必要と考える。

前述のとおり、これまで農業用排水路では、1/10 流量を流下させられるような断面設計は行ってきたが、最大流下可能量のチェックは行われてこなかった。地球温暖化による集中豪雨、台風の強大化が予測される中で、土地改良はこれまで以上に、気象災害への対応が求められることとなる。