

# 温暖化緩和に対して農林業へ期待するもの

北海道大学大学院農学研究院

波多野隆介

## 1. はじめに

京都議定書には、その第3条3項に「林業活動のうち1990年以降に行われた新規植林、再植林及び森林減少に限定し、その吸収量を削減目標に算入し」、さらに第3条4項には、「農業活動、土地利用変化などの人間活動による吸収量を削減目標に算入する（第2約束期間以降から適用することを基本とするが、各国の判断により第1約束期間からも適用可能。）」ことが盛り込まれている。ただし、基準値（ベースライン）の提示が必要である。すなわち、1）温室効果ガス排出を抑制する人間活動を行う場所を特定し、2）人間活動を行う場所の炭素プールの変化量と、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）以外の温室効果ガスである亜酸化窒素（N<sub>2</sub>O）とメタン（CH<sub>4</sub>）の排出量を特定する。3）モニタリング体制および計画を特定し、4）炭素プール変化量と非CO<sub>2</sub>温室効果ガスのモニタリングのための手法を特定する。さらに5）モニタリングデータの品質管理・品質保証を提示することとなっている。わが国の削減目標はCO<sub>2</sub>換算で1990年比の6%である。林業活動による吸収量により3.9%が見込まれている。これらのことから、森林、農地の温室効果ガス収支のベースラインを明らかにし、それに対して、森林、農地における吸収量を増加させ、排出量を減少させる農林業の活動の内容と、それによる吸収量の増加量と排出量の減少量を見積もることとなった。

## 2. 地球の炭素の分布と温暖化の影響

地球の炭素の総量は $56 \times 10^{15}$ トンの99.9%は堆積岩中に含まれている(北野康、1989)。大気、土壌、植物、海洋には、 $41 \times 10^{12}$ トンの炭素があり(Lalら、1995)、その93%は海洋に溶解込み、大気に1.8%、土壌に3.8%、植物に1.3%が存在すると見積もられている。植物と土壌は主に生化学的に活性の高い有機物が炭素を保持しており、その量は合計2兆5000億トンと推定される(IPCC、2001)。化石エネルギーの年間消費は1990年代には64億トン、2000年代には72億トン(石油、石炭の可能採掘量の120年分に相当)となり、土地利用変化により16億トンが放出されているとされている。わずかな量の炭素放出に見えるが、このことが大気中のCO<sub>2</sub>濃度を毎年1.9ppm上昇させることになった(2005年で379ppm)(IPCC、2007)。である。今後、人口は現在の約50%増加し、現状の経済活動を続けることによりCO<sub>2</sub>濃度は1550ppmを越え、それによる温度上昇は4℃と推定されている。2030年までに2000年比で排出量を50%低下させられれば、2090年のCO<sub>2</sub>濃度は500ppm、温度上昇は2.4℃にとどめられると見積もられている。温度上昇は生物の酵素反応に強く影響する。現在の温度に適応している生物はそれぞれの至適温度のある環境下で生息しているので、温度上昇がその至適温度を越えると生息できない。微生物の有機物の分解の至適温度は植物の光合成よりも高いため、温度上昇は生態系から炭素を減らすことになる。

### 3. 生態系の炭素の保持

深さ 1m の土壌には植物が持つ炭素量の約 3 から 4 倍の炭素が含まれている。植物は大気から CO<sub>2</sub> を吸収し光合成し有機物を生産している（純一次生産量という）。人も動物も純一次生産に依存して生きている。土壌では、土壌に落ちた植物遺体を微生物が分解し CO<sub>2</sub> を大気に放出している。この植物の純一次生産量と、土壌の有機物分解量の差が、生態系に残る炭素量である（これを純生態系生産量という）。土壌に落ちた有機物には、微生物により素早く分解される画分と、ゆっくり分解される画分からなっている。そしてそれらの分解産物は腐植物質と呼ばれる有機物となり、粘土鉱物と複合して安定する。腐植物質もさらにゆっくりと分解されているが、その一部は土壌浸透水に溶存して下層にも移動し粘土と複合して安定する（Jenkinson ら、2008）。微生物の有機物分解には酸素が必要なので、下層での有機物分解は抑制される傾向にあると推測される。このような分解と移動と集積の現象が土壌中へ有機物を蓄積させている。また、有機物分解が酸素を必要と刷るから土壌水分が多い場合には分解が抑制される。泥炭地ができるのは、水中に有機物が蓄積していくからである。このような有機物の土壌への蓄積を維持し、むしろ増加させることが温暖化対策に期待されることである。

### 4. 農林業が解決すべき問題

森林生態系の維持：木材生産の低下、里山利用の衰退と森林開発により森林生態系の劣化が進んだといわれている。このことは同時に吸収源としての森林機能の劣化を意味している。

農地土壌の有機物の回復：農業は植物の有機物を収穫するので、土壌へ還元される有機物が少なくなる。かつての里山には有機物供給源としての大きな役割があったと考えられる。また農業は土壌を耕うんするので、下層に酸素が供給されて土壌の有機物分解は促進される。

過剰な窒素施与による N<sub>2</sub>O 放出の抑制：土壌に窒素が過剰に与えられると、温室効果ガス的一种である N<sub>2</sub>O の発生量が増加する（N<sub>2</sub>O の温暖化効果は重量比で CO<sub>2</sub> の 296 倍）。土壌中の硝酸化成菌と脱窒菌の働きによる。過剰な窒素施与は硝酸態窒素による飲用水汚染や、河川への窒素流出による富栄養化の原因でもある。

過剰な家畜糞尿の処理：わが国のように多量の飼料を海外から輸入している場合、多量の家畜糞尿が発生する。堆肥化すれば貴重な有機物資源となるが、その過程でも温室効果ガスが発生する。

水田からの CH<sub>4</sub> 放出の抑制：水田のように土壌を湛水すると、メタン生成菌により CO<sub>2</sub> は CH<sub>4</sub> になる CH<sub>4</sub> の温暖化効果は重量比で CO<sub>2</sub> の 23 倍)。もともと稲ワラは水田の地力維持のために必要であるが、そのことが CH<sub>4</sub> 発生量を増加させる。一方、地力窒素を発現させるために中干しが行われるが、中干しは一般に CH<sub>4</sub> の放出量を低下させる。

### 5. 農林業への期待

今後、世界の人口の増加に伴って食料は足りなくなる上に、エネルギー作物の生産にも振替られることになろう。必然的にわが国も独自の食料生産量を向上させなければならない

い。その時に、農林業に関わる温暖化の影響を現状より低下させることが求められる。わが国の農業試験研究は養分動態に関する多くの蓄積を持っており、その応用により食糧生産の向上と温暖化抑制のための新しい農業技術の開発が期待される。

#### 引用文献

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001, available at

[http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/index.htm)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, available at

[http://www.wmo.int/pages/partners/ipcc/index\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/partners/ipcc/index_en.html)

北野康：炭酸塩堆積物の地球化学、東海大学出版会、東京、p391、1989

Lal, R., Kimble, E., Levine, E. and Whitman, C.: World Soils and Greenhouse Effect: An Overview, In: R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B. A. Stewart (eds) Advances in Soil Science, Soils and Global Change, , CRC press Boca Raton, pp. 1-7, 1995

Jenkinson D. S. and Coleman K.: The turnover of organic carbon in subsoils. Part 2. Modelling carbon turnover, European Journal of Soil Science, 59, 400-413, 2008