

# 温暖化時の気候炭素循環変動に及ぼす植生枯死の影響

小畑淳 (気象研究所)

## 1. はじめに

植生の枯死は有機炭素の土壌への移行・分解により大気二酸化炭素を増加させ温暖化を加速する役割を持つと考えられる。本研究ではその定量的理解の一助として、炭素循環に直接影響しない強い温室効果の気体(現代の約1000倍の大気メタン濃度)を気候炭素循環モデルに与え、植生の枯死を考慮する実験と考慮しない実験を行ってその違いを調べる。

## 2. 実験方法

気象研気候炭素循環モデル(Obata 2007 J. Climate)の改良版を用いる。枯死を含む陸域生態系の仕組みはSitch et al. (2003 Global Change Biology)の動的植生モデルに従う。モデルで設定される枯死の要因は、植生種類間の光獲得競争による遮光、低成長率、呼吸過多(純一次生産の計算で負)、高温障害(寒帯林のみ)、長期気候変化への不適応の5種類である。大気放射過程はShibata and Aoki (1989 JGR)による。モデルの産業革命以前に相当する定常状態を初期値として、以下の二つの実験を100年以上行う。

**1000-メタン(標準実験)**: 0.75ppmであった大気メタン濃度を瞬時に1000ppm(約2000GtC)へ上げる。この高濃度のメタンの炭素量は5500万年前の温暖化についての推定値(Zachos et al. 2005 Science)を参考にしている。(2009秋大会C202にて概要を報告、今大会では枯死に関する追加解析を報告)

**枯死無し**: 陸域植生の枯死を遮光によるもの以外は無しとする。その他は**1000-メタン**に同じ。

## 3. 結果と考察 (表1に実験結果を要約)

**1000-メタン**では、温室効果の激増(実験開始直後の放射強制力は $10\text{Wm}^{-2}$ )により陸域の気温は初期数年間に $4\sim 6^\circ\text{C}$ 上昇する。炭素循環は特に陸域で変動が激しく、緯度別に植生の変動を見ると、

- ・低緯度: 高温化による光合成の減少と呼吸の増加で純一次生産が激減(-50%)、所々で呼吸過多による枯死(植生の20%以上)。枯死による炭素損失は最も多く、初期10年間で64GtC。(図1に枯死量を示す)
- ・北半球中緯度: 高温障害による寒帯林の枯死が顕著(>60%)。呼吸過多による温帯林の枯死も多く(>45%)、枯死による炭素損失は初期10年間で33GtC。
- ・北半球高緯度: 高温障害による寒帯林の枯死が南部にある程度見られるものの(初期10年間で13GtC)、温暖湿潤化による純一次生産の増加で寒帯林は100年間に50%以上増加する。

以上、初期の枯死による植生炭素損失量は110GtC以上であり、これに、枯死を免れたものの生産減少で矮小化した植生と土壌の炭素損失を合わせて陸域生態系炭素量は100年間に500GtC減少する(-27%)。これにより大気二酸化炭素は160ppm増加し、この温室効果も加

わって気温は100年間に $6.5^\circ\text{C}$ 上昇する。(図2)

これに比べて、**枯死無し**では前述の枯死による植生減少が無く、中高緯度で高温障害を考慮せずに維持される寒帯林が更に生産を増加するので、陸域炭素量の減少は**1000-メタン**の半分の250GtC、このため大気二酸化炭素増加も約半分の85ppmに止まる。これが効いて100年間の昇温は $0.8^\circ\text{C}$ 低い $5.7^\circ\text{C}$ である。(図2)

以上、急激な温暖化に於ける植生の枯死は、陸域生態系の炭素減少を倍増させ、温暖化を1割以上強めるという比較的大きな影響を持つことが判明した。

表1 大気メタン急増の各種実験 (100年後の結果)  
温暖化 炭素量変動(GtC= $10^9$ トン炭素)

実験名	温暖化(°C)	大気	陸域	海洋
<b>1000-メタン</b>	6.5	+340	-500	+160
<b>枯死無し</b>	5.7	+180	-250	+70

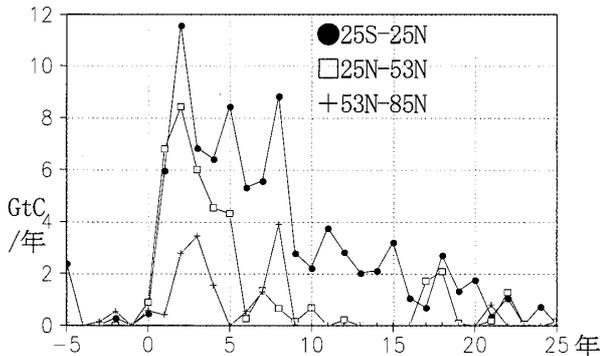


図1 1000-メタン初期、緯度別の陸域植生枯死量

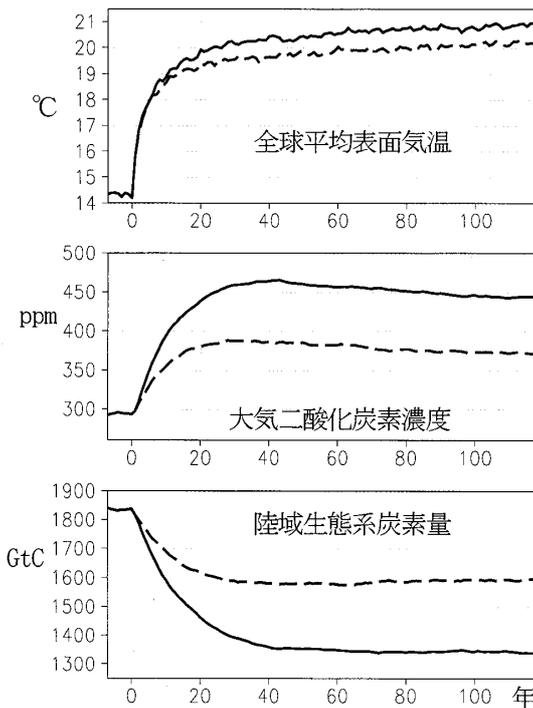


図2 1000-メタン(実線)、枯死無し(破線)