

N 3 年輪解析を用いた NEP 長短期変動モデルによる 気候変動下の北方林の生態系炭素循環推定

町村准教授 地球循環共生工学領域
28H07072 山田 洋平

Abstract: To estimate long and short time variation of NEP (Net Ecosystem Production), I tried to analyze climate response of tree ring growth. At first, I collected various data; the data of climate change, soil carbon content, CO₂ flux and tree ring growth. Then, I simulated long and short term variation of NEP. In the case of long term variation, the maximal value of NEP, NPP (Net Primary Production) and Rh (Heterotrophic Respiration) is estimated as 1.7, 2.7, 1.2 tC ha⁻¹ y⁻¹ at 70, 80, 110 year of stand age and then decreases slowly toward 0.8, 1.9, 1.1 tC ha⁻¹ y⁻¹ at 250 year, respectively. Short term variation of NEP is strong correlation for tree ring growth. The maximum difference in short term variation of NEP is estimated as 2.3 tC ha⁻¹ from NEP simulation, which is slightly low value as compared with 5months accumulated NEP (2.6 tC ha⁻¹) by Eddy covariance method. But, when I take soil respiration in winter into consideration, I suppose both value will be very approximate.

Key words: Net Primary Production, Heterotrophic Respiration, Net Ecosystem Production, tree ring growth

1. はじめに

森林生態系炭素収支の調査方法として、フラックス観測はスパンが比較的短く、林分調査は気候変動などの短期変動が表現しにくいという特徴があるが、本研究ではこれらを補い合うための方法として、林分の平均成長を仮定したときの生態系炭素収支の長期変動、および気候等の環境の変化による生態系炭素収支の短期変動の両方について、北方林でもまだ報告の少ない東シベリア地方のカラマツ林において、現存する気象データおよび年輪解析を用いて同時に推定する方法について検討した。年輪成長量のデータは比較的入手しやすいため、本研究の推定法を用いることで、周辺の気象条件を用いて長期観測が困難な場所における生態系炭素収支推定や、過去の生態系炭素収支を復元すること、また将来の気象条件などを入力することにより森林生態系炭素収支の将来予測を可能にすると考えられる。

2. 方法

2.1 気象・フラックス観測およびデータ収集

2000年から2006年の成長期(5月~9月)に、ロシア連邦ヤクーツク市の北西25kmに位置するネレゲルの成熟したカラマツ林(北緯62°19'、東経129°31')において、渦相関法によるCO₂フラックスと気象の連続観測を行った。年輪成長量データは、ヤクーツク市の北東40kmに位置するSpaskaya-padの14本のカラマツ(林齢81~206年)から得、また、1955年~2007年における日平均気温および日積算降水量は、National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS)により公開されているヤクーツク市のデータを使用した。バイオマス量や土壌炭素等の林分調査データについては、Shibuyaら(2004)¹⁾より引用した。

2.2 NEP長短期変動モデル

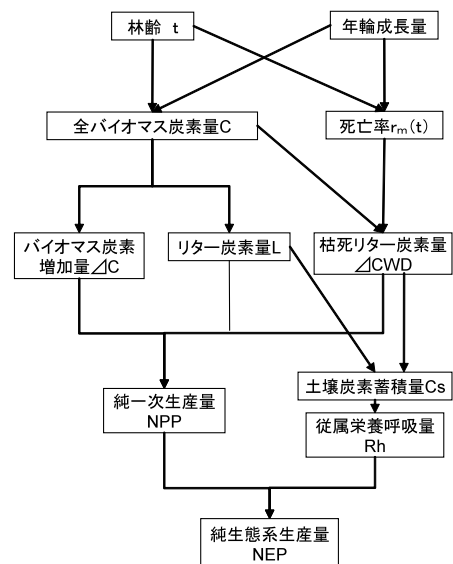


Fig.1 NEP長短期変動モデルの構造

2.1 章の気象および林分成長データを用い NEP の長短期変動を推定するためのモデルの構造を Fig.1 に示す。まず、林齢とバイオマス量の関係からバイオマス炭素量 C およびその増加量 ΔC を推定する。次に、全バイオマス量と葉バイオマス量の比からリター生成率を求め、全バイオマス炭素量との積からリター炭素量 L を求めた。また、年輪成長量とバイオマス量を基に樹木死亡率を推定し、全バイオマス炭素量との積から枯死リター炭素量 ΔCWD を算出した。純一次生産 NPP は ΔC 、 L 、 ΔCWD の和から求め、土壌炭素量 C_s および従属栄養呼吸 R_h の推定には改良した RothC モデル²⁾を用いた。最後に NEP は NPP と R_h の差によって求めた。生態系炭素収支の短期変動推定に関しては、年輪成長量から全バイオマス炭素量を推定することにより、年輪成長量の短期変動をモデル内に表現し、RothC モデルに上記の気象データを用いて R_h に気候変動による短期変動を表現した。さらに、推定された NEP の長短期変動を、フラックス観測で得られた値と比較することにより検証した。

3. 結果と考察

1900 年にカラマツ林が発生したと仮定した時の NEP、 NPP および R_h の長短期変動の推定結果を Fig.2 に示す。長期変動を見ると、純一次生産 NPP は若齢期に急増し、林齢 80 年で最大値 $2.7 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ に達した後減少し、 $1.9 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ まで緩やかに減少した。従属栄養呼吸 R_h は林齢 110 年前後で最大値 $1.2 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ をとり、その後ほぼ横ばいに推移し、林齢 250 年では $1.1 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ に収束した。 R_h のピークが NPP のピークより遅れるため、NEP のピークはいずれよりも早く、林齢 70 年で最大値 $1.7 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ に達した後緩やかに減少し、林齢 250 年で $0.8 \text{ tC ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ となった。つまり当カラマツ林では、林齢 250 年まで増減はあるものの、炭素吸収源となっていることがわかる。短期変動については、年輪成長量と死亡率を用いたパラメータ解析によって新たにバイオマス炭素量 C_{est} を推定し、標準化した年輪成長量を入力することでバイオマス炭素量の短期変動を求め、それを基に NPP を推定した。また、改良した RothC モデルに前述の 51 年間の気象データおよびリター炭素量、枯死リター炭素量を入力することにより R_h を得、NEP を推定した (Fig.2)。発生年に関わらず、 R_h の変動が NPP や NEP より小さくなる傾向が見られたが、これは、年輪成長量の短期変動により全バイオマス炭素増加量 ΔC が強く影響を受けるためと考えられる。

Fig.2 の NEP の長短期変動から、1955 年～2007 年の長期変動を差し引いた NEP の変動値を Fig.3 に示す。若齢および熟齢期には NEP の変動幅が比較的小さく、逆に中齢期に大きくなる傾向が見られた。また、2002 年と 2006 年の NEP 変動値最大較差は Fig.3 では 2.3 tC ha^{-1} であるのに対し、フラックス観測による 5 ヶ月積算 NEP は 2.6 tC ha^{-1} であり、フラックスの値に冬季の土壌呼吸量を考慮すると、年積算値では NEP が少し減少することが予測できるため、ほぼ一致したと言える。

参考文献

- 1) M. Shibuya, et. al.: Time Trend in Aboveground Biomass, Net Primary Production, and Carbon Storage of Natural *Larix gmelinii* Stands in Eastern Siberia. *Eurasian J. For. Res.*, 7-2, 67-74, 2004
- 2) K. Coleman, D. S. Jenkinson: RothC-26.3, A Model for the Turnover of Carbon in Soil: Model Description and User's Guide. *Lawes Agricultural Trust, Harpenden, UK*, 1999

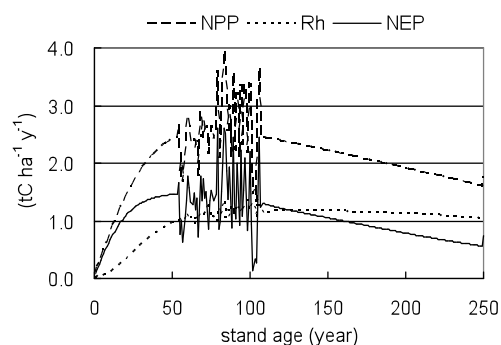


Fig.2 1900 年に発生したと仮定した時の NEP、 R_h 、 NPP の長短期変動

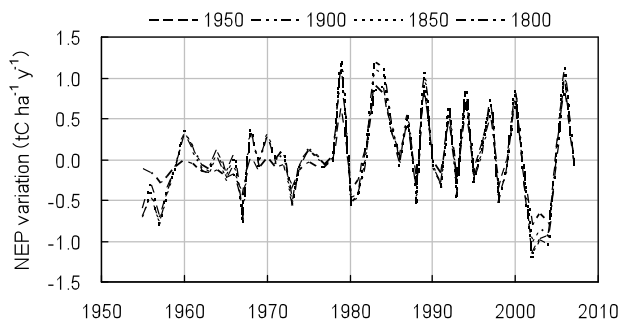


Fig.3 1 カラマツ林発生年別の純生態系生産 NEP の長期トレンドからの変動値