

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年3月31日現在

機関番号：23303

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20370014

研究課題名（和文） 葉の生涯光合成からの群落総生産の推定
～推定法の開発・検証・適用研究課題名（英文） Estimation of Gross Primary Production from Lifetime Carbon Gain
by a Single Leaf
---Development, Test and Application of the Method---

研究代表者

菊沢喜八郎 (Kihachiro Kikuzawa)

石川県立大学・生物資源環境学部・教授

研究者番号：50271599

研究成果の概要（和文）：葉の生涯光合成量と葉年間生産量の積が、森林による大気中の二酸化炭素吸収量になるという新しい推定法を開発し、それを現実の森林に適用した。結果として良好な推定値を得た。葉の生涯パフォーマンスという新しい概念を得、生涯被食量などに展開した。

研究成果の概要（英文）：The mathematical product of leaf's lifetime photosynthesis and annual leaf production can give the estimate of annual CO₂ absorption by a forest. This new method was applied to actual forest stands and tested, which revealed the method is reliable. A new concept of leaf's lifetime performance was extended to leaf lifetime herbivory.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
2009年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：二酸化炭素吸収・森林・総生産・葉寿命・開葉様式

1. 研究開始当初の背景

森林による二酸化炭素吸収に関心が集まっていたが、推定に関する簡易な方法がなかった。

2. 研究の目的

二酸化炭素吸収の簡易な方法を開発する。

3. 研究の方法

モデルを開発し、野外データで検証した。

4. 研究成果

(1) 新規モデルと適用

新しいモデルは

$$P = gL_p \quad (1)$$

で表される (Kikuzawa & Lechowicz 2006)。ここに P は年間炭素吸収量、g は葉の生涯炭素稼ぎ、 L_p は年間葉生産量である。ここで、年間葉生産量は年間落葉量から簡単に推定できる。これに対し、葉の生涯稼ぎ (g) は平均最大光合成速度、葉寿命

(機能的葉寿命) および平均労働時間の3者の積として表わされる。葉寿命は個葉のモニタリングにより求め、他の2者は個葉の光合成速度のモニタリングから求める。

このようにして、ブナ林およびハンノキ林の年間炭素吸収量を推定した。推定値は従来、破壊的調査によって推定された値と比較しうる値となり、この新規の方法が十分信頼できるものであることが明らかとなった(Koyama & Kikuzawa 2010)。この方法は非破壊的に森林の総生産を推定できる。

(2) エルゴード性

上記手法を適用するにあたり、どの葉を対象としてモニターすればよいかの問題は常に生じる。そこで、森林の樹冠など葉群は、新しい葉は古い葉のより上部に生じるために、葉の位置は相対的に変化して行き、1枚の葉は時間的に葉群のあらゆる光環境をその生涯において経験する(これをエルゴード性と称する)という仮説を提唱した(Kikuzawa et al 2009)。この仮説の下では、葉の光合成速度はその葉の群落内相対位置によって決定される(Kikuzawa et al 2009, Koyama & Kikuzawa 2009)。

実際の植物群落でみると、たとえば、キクイモの人工植栽群落では、光合成速度のばらつきは60%以上は葉の相対位置で説明可能である。しかし、葉の数は時間とともに増え続けており、定常にはならず、厳密な意味でのエルゴード性は示さないようであった。オオバヤシヤブシでは近似的なエルゴード性が認められた。

(3) 葉の生涯パフォーマンス

葉の他の機能に、生涯光合成と同じような考え方を適用すれば、葉の生涯パフォーマンスを計算することができる。この概念を用いれば、(1)式と同様手法で単位土地面積の森林(植物群落)あたりの機能量に変換することができる。

新しい可能性として葉の生涯蒸散量や葉の生涯被食量などを提唱した。前者を日本国内の森林に適用すると、森林の蒸散量はおおむね300mm程度の値となった。従来温帯においては降水量の如何や、森林タイプにかかわらず蒸散量は300mm程度となり、不思議なこととされてきたが、そのもとには森林の炭素収支があることを指摘する結果であるといえる。

葉の負の生産量として葉の生涯被食量という概念も成り立つ。葉食者によって残された食糞は、すなわち葉の生涯被食量を表す。これを用いることによって、森林の被食量を簡単に表現することが

可能となった。これを用いて、熱帯山地林における森林被食量を推定した。

(4) 3次元モデル

葉の出現様式、葉寿命等の適応的意義を独自開発した3次元グラフィックモデルを駆使して解析した。ブナなど一斉開葉の種では、シュート下部の葉は自己被陰を受ける。おそらくこの自己被陰を避けるために、多くの一斉開葉種はそのシュートを傾けている。一斉開葉でシュートを傾けない場合と傾けた場合について、炭素吸収がどのように変化するかを3次元モデルで解析した。推測通りの結果が得られている。

一方、順次開葉の種において、他の方式をとった場合にはどうか、というシミュレーションは必ずしも予想通りの結果を与えていない。

5. 主な発表論文等

Koyama, K. & Kikuzawa, K. 2010. Can we estimate forest gross primary production from leaf life span? A test of young *Fagus crenata* forest. *Journal of Ecology and Field Biology* 33:253-260.

Kikuzawa, K. Yagi, M., Ohto, Y., Umeki, K. & Lechowicz, M. J. 2009 Canopy ergodicity: can a single leaf represent an entire plant canopy? *Plant Ecology* 202:309-323.

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7件)

[学会発表] (計 12 件)
菊沢喜八郎 葉の生涯パフォーマンス 第58回日本生態学会大会 札幌市 2011年3月

[図書] (計 1件)
Kikuzawa, K. & Lechowicz, M.J 2011 *Ecology of Leaf Longevity* Springer 147

6. 研究組織

(1) 研究代表者

(菊沢 喜八郎)

研究者番号：50271599

(2)研究分担者
(梅木 清)

研究者番号：50376365

(3)連携研究者
()

研究者番号：