

研究論文

宮崎大学田野フィールド（演習林）による二酸化炭素吸収量の推定

高木正博・山下祐成・久保田要・村本康治・坂本明日香¹⁾・宮田義規¹⁾

宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター

¹⁾ 宮崎大学大学院森林草地環境科学専攻

(2009年11月26日 受理)

Estimation of Carbon Dioxide Sequestration by Miyazaki University Forests

Masahiro TAKAGI, Yusei YAMASHITA, Kaname KUBOTA, Yasuharu MURAMOTO, Asuka SAKAMOTO¹⁾, Yoshinori MIYATA¹⁾

Field Science Center, ¹⁾ Graduate Course of Forest and Grassland Science

Summary : The amounts of carbon dioxide sequestration by the forests owned by the University of Miyazaki (Field Science Center, Tano Field) was estimated. Annual sequestration by the university forest of 501 ha was 2,483 t. Annual sequestration per hectare was estimated at 5.1 t ha⁻¹, which was higher than average value (3.3 t ha⁻¹) of whole forest in Japan. Annual sequestration by the university forest (2,483 t) was equivalent to about 11% of annual carbon dioxide emission (22,806 t) by the University of Miyazaki.

Key words : Carbon dioxide, Carbon stock, University forests.

緒言

2008年4月より京都議定書に定められた第一約束期間に入り、日本国全体で1990年に比べて温室効果ガス排出量を6%削減することとされている。国立大学法人は平成19年より特定排出者として温室効果ガス排出量の文部科学大臣への報告が義務付けられている。本学においては平成20年7月に平成20年度から平成24年度までの5年間で平成17年度比で温室効果ガスの排出量を6%削減することを目標とした「温室効果ガス排出抑制等のための実施計画」が定められている。

いくつかある温室効果ガスのなかでも、二酸化炭素はその排出量の多さや人為に依るところが大きいため削減対象として重要視されている。一方、

森林は二酸化炭素吸収源としてみなされ、京都議定書においても温室効果ガス排出量削減目標に森林による二酸化炭素吸収を考慮することが認められている。地方自治体においても京都府や香川県のように、事業者に作成・報告が義務づけられている排出量削減計画等のなかで、目標達成のための補完的手段として森林による二酸化炭素吸収が認められているケースもある。

宮崎大学は農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター田野フィールド（演習林）として、宮崎市田野町に501 ha、および串間市に118 haの森林を所有する。国立大学法人としては現在は排出量の報告が義務づけられているだけで削減目標の策定の必要はない。また宮崎県では前述

の自治体のように事業所を対象とした排出量削減計画等の提出・報告制度は制定されていない。しかし本大学においても、排出量だけでなく森林による吸収量もあわせて二酸化炭素の収支を把握しておくことは事業所として重要な課題と考える。

本報告では、推定のための基礎データが整備されている田野フィールド（演習林）の501 haの森林（田野地区）を対象に、第7次森林計画策定のための調査結果および常緑広葉樹の伐倒調査の結果をもとにして二酸化炭素吸収量の推定を試みた。

方法

田野フィールド（演習林）全体を、優占する樹種に応じて、スギ林、ヒノキ林、クヌギ・コナラ林および常緑広葉樹林（シイ・カシ林）の4つに区分して、それぞれに対して推定を試みた。

森林による二酸化炭素吸収量の推定方法として蓄積変化法（松本 2001）を採用した。これは、現在の林分と過去の林分のバイオマスをそれぞれ炭素蓄積量に変換し、その差から吸収量を算出する方法であり、日本全体の森林の二酸化炭素吸収量の推定方法として使われている。

ある時点における林木1本のあたりのバイオマスは次式から計算される。

$$\text{林木1本あたりのバイオマス (kg)} = \text{幹材積 (m}^3\text{)} \times \text{容積密度 (kg m}^{-3}\text{)} \times \text{拡大係数}$$

ここで、幹材積は針葉樹では胸高直径と樹高から広葉樹では胸高直径から、それぞれ立木材積表（熊本営林局 1964；1968）を用いて求めた。容積密度はスギ、ヒノキおよびクヌギ・コナラについては日本国温室効果ガスインベントリ報告書（国立環境研究所 2009）で採用されている値を、常緑広葉樹については後述の2008年夏に田野フィールド（演習林）で行った伐倒調査の結果を用いた。拡大係数は幹に対する地上部（幹・枝・葉）の比と、地上部に対する林木全体（根を含む）の比からなる。

$$\text{拡大係数} = (\text{地上部} \div \text{幹}) \times (\text{立木全体} \div \text{地上部})$$

常緑広葉樹林の地上部/幹の比のみ伐倒調査の結果を用い、以外はそれぞれ日本国温室効果ガスインベントリ報告書（国立環境研究所 2009）から引用した。林木1本のあたりの平均バイオマ

スに、単位面積あたりの立木本数（立木密度：本 ha⁻¹）を乗じることにより、単位面積あたりの林分のバイオマス量を算出できる。この単位面積あたりの林分のバイオマス量に、樹種に依らず一定とみなせる炭素含有率の0.5（松本 2001）を乗じることにより、単位面積あたりの林分の炭素蓄積量を求めることができる。

二酸化炭素吸収量は、針葉樹林では2002年から2007年の、広葉樹林では2003年から2008年の5年間の炭素蓄積量の差から算出した。田野フィールド（演習林）では、幹材積を把握するための400 m²の永久試験地を各樹種ごとに設置し、5年ごとに毎木調査（面積内のすべての立木の胸高直径と針葉樹林では樹高の測定）を行っている。スギ林は47林分（43小班）（19年生～91年生）（村本 2003）、ヒノキ林は11林分（10小班）（21年生～36年生）、クヌギ・コナラ林は8林分（27年生～62年生）および常緑広葉樹林は15林分（18年生～96年生）に設置してある。これら永久試験地の位置を図1に示す。永久試験地の設置してある小班では毎木調査の結果を用いて、単位面積あたりの林分のバイオマス量を算出し炭素蓄積量に換算した。永久試験地が設置されていない小班の炭素蓄積量は以下の方法で推定した。各優占種ごとに永久試験地の幹材積と林齢の関係をロジスティック曲線で近似し求めた。林齢は田野フィールド内のすべての小班で既知である。この関係を用いて針葉樹林では2002年と2007年の、広葉樹林では2003年と2008年の林齢に対してすべての小班の林分のバイオマス量を推定し炭素蓄積量に換算した。スギ林についてのみ、永久試験地のバイオマス量と林齢の関係は地位指数に応じて3つの関係式を用いたが、他の樹種に関しては永久試験地の数が少ないために地位による区分は行わなかった。高齢のヒノキ林の幹材積については伐採時の年齢が25と26の計21林分を平均した値と、年齢が27と28の計20林分を平均した値の2つを用いた。計4.0 haを占めるその他の樹種（タケ、マツ類、メタセコイヤなど）が優占する林分および11.6 haを占める除地（林道および建物）は算出から除いた。詳細は田野フィールド（演習林）田野地区第7次森林管理計画（田野フィールド（演習林）事業検討部会 2009）に記載してある。

常緑広葉樹の伐倒調査を2008年夏に行った。田

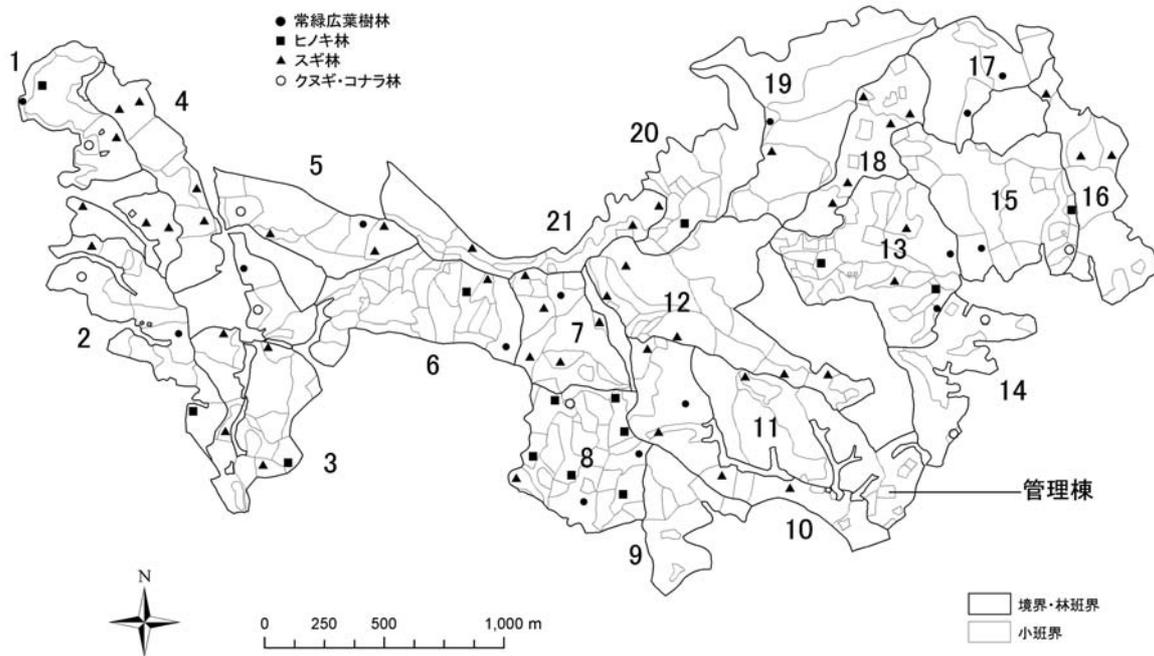


図1. 田野フィールド (演習林) に設置された永久試験地
 図中の番号は林班名を示す.

野フィールド (演習林) 内の主要な常緑広葉樹として8樹種の計22本を切り倒し、幹、枝および葉に切り分けそれぞれ乾燥重量を測定した。この結果から地上部/幹比を算出した。またそれぞれから円盤を採取しその体積と乾燥重量を測定し容積密度を算出した。

結果と考察

常緑広葉樹の伐倒調査の結果を表1に樹種ごとに示す。容積密度の8種の平均値は0.691 kg m⁻³であった (表2)。日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (国立環境研究所 2009) では常緑広葉樹の容積密度として唯一「カシ」の値として0.646 kg m⁻³が採用されている。本調査のうちカシ類であるウラジロガシとアラカシの容積密度は0.748 kg m⁻³と0.714 kg m⁻³であり、「カシ」の値よりそれぞれ1割程度大きかった。一方、地上部/幹比の常緑広葉樹8種の平均値は1.35であった。容積密度同様に、日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (国立環境研究所 2009) の「カシ」の値は1.33でありほぼ等しかったが、本調査におけるウラジロガシとアラカシの値はそれぞれ1.20と1.21で1割程度の違いが認められた。

表1. 伐倒調査に供した樹種ごとの本数と平均の胸高直径、容積密度および地上部/幹比

樹種	本数	胸高直径 (cm)	容積密度 (kg m ⁻³)	地上部/幹比
アラカシ	2	13.8	0.714	1.21
イスノキ	3	12.4	0.883	1.44
ウラジロガシ	2	11.8	0.748	1.20
シイ ^{a)}	3	26.9	0.595	1.29
タブノキ	3	30.1	0.582	1.13
ヒサカキ	3	9.6	0.649	1.43
ヤブツバキ	3	7.9	0.741	1.58
ヤマビワ	3	11.9	0.647	1.53

^{a)} シイはスダジイとコジイを含む。

表2. 優占種ごとの林木1本あたりのバイオマスの算出に用いた係数

優占種	地上部/幹比	立木全体/地上部比	拡大係数	容積密度 (kg m ⁻³)
スギ	1.23	1.25	1.54	0.314
ヒノキ	1.24	1.26	1.56	0.407
クスギ・コナラ	1.29	1.26	1.63	0.649
常緑広葉樹	1.35	1.25	1.69	0.691 ^{a)}

^{a)} 常緑広葉樹の地上部/幹比と容積密度は主要樹種8種 (表1) の平均値。

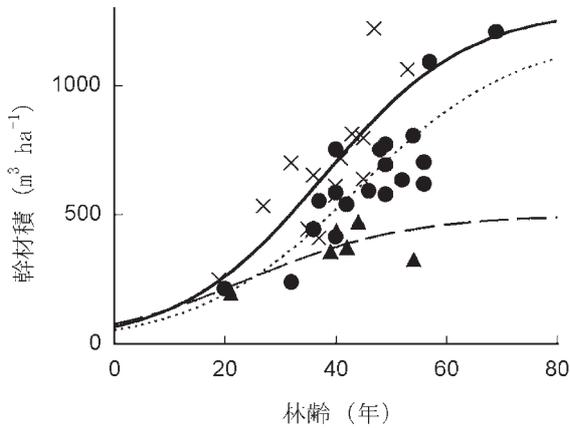


図2. スギ林の永久試験地における林齢と幹材積の関係

実線×：地位上 点線：地位中 破線：地位下.

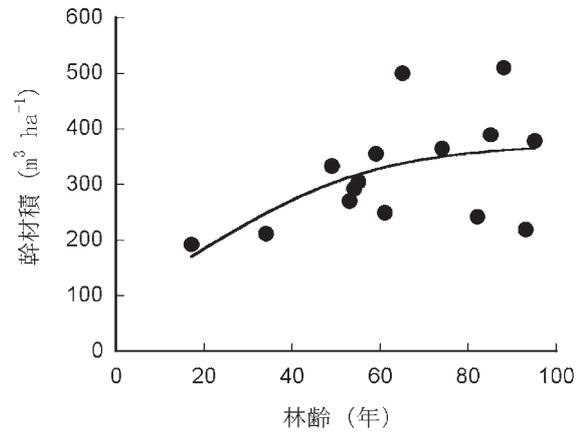


図5. 常緑広葉樹林の永久試験地における林齢と幹材積の関係

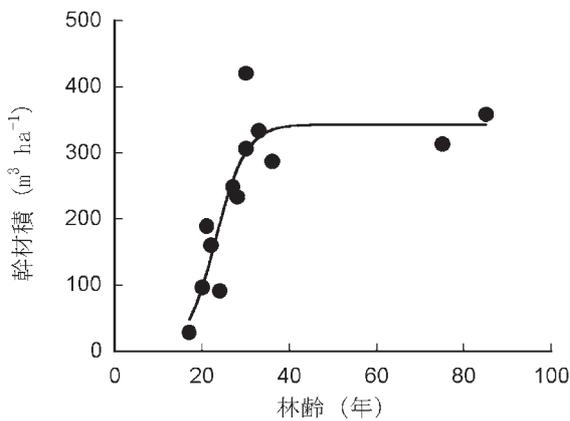


図3. ヒノキ林の永久試験地における林齢と幹材積の関係

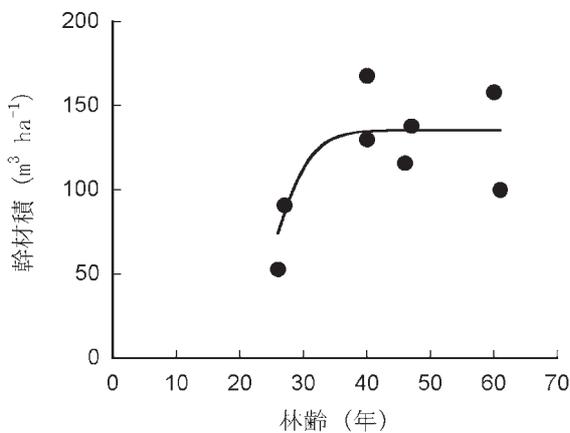


図4. クヌギ・コナラ林の永久試験地における林齢と幹材積の関係

各優占種ごとの永久試験地の林齢と面積あたりの幹材積の関係を図2から図5に示す。スギ林におけるロジスティック曲線による近似式は面積あたりの幹材積を $V(\text{m}^3 \text{ha}^{-1})$ 、林齢を $t(\text{年})$ とすると、地位ごとに、

$$\text{上 } V = 1300 \div (1 + 18.56 \times \exp(-0.077 \times t)) \quad r^2=0.62$$

$$\text{中 } V = 1200 \div (1 + 20.41 \times \exp(-0.069 \times t)) \quad r^2=0.72$$

$$\text{下 } V = 500 \div (1 + 5.31 \times \exp(-0.070 \times t)) \quad r^2=0.62$$

となった。ヒノキ林、クヌギ・コナラ林および常緑広葉樹林ではそれぞれ、

ヒノキ

$$V = 343 \div (1 + 858 \times \exp(-0.291 \times t)) \quad r^2=0.78$$

クヌギ・コナラ

$$V = 135 \div (1 + 590 \times \exp(-0.248 \times t)) \quad r^2=0.62$$

常緑広葉樹

$$V = 373 \div (1 + 2.82 \times \exp(-0.0506 \times t)) \quad r^2=0.27$$

となった。常緑広葉樹林ではばらつきが大きかったが、この原因として地位による区別がされていないことと林齢の不確かさが考えられる。

表3に、優占種ごとの面積、幹材積、面積あたりの幹材積、幹材積増加量、炭素蓄積量、面積あたりの炭素蓄積量および二酸化炭素吸収量とそれぞれの合計を示す。面積が最も広がったのは常緑

表3. 優占種ごとの面積, 幹材積, 炭素蓄積量および二酸化炭素吸収量

優占種	面積 (ha)	幹材積 (m ³)	面積あたり 幹材積 (m ³ ha ⁻¹)	幹材積増加量 (m ³ y ⁻¹) ^{b)}	炭素蓄積量 (t)	面積あたり 炭素蓄積量 (t ha ⁻¹)	二酸化炭素 吸収量 (t y ⁻¹) ^{a)}
スギ	143.3	82,898	579	2,019	20,011	140	1,787
ヒノキ	101.5	20,151	198	182	6,407	63	212
クヌギ・コナラ	32.6	3,382	104	18	1,782	55	35
常緑広葉樹	207.8	66,331	319	210	38,673	186	449
合計	485.3 ^{a)}	172,762	-	2,429	66,873	-	2,483

^{a)} その他の樹種が優占する林分の総面積は4.0 ha, 除地面積は11.6 haであった。

^{b)} 幹材積増加量および二酸化炭素吸収量は針葉樹林では2002年から2007年の, 広葉樹林では2003年から2008年の5年間の平均値。

広葉樹林であり, ついでスギ林, ヒノキ林, クヌギ・コナラ林の順であった。幹材積は面積が最も広い常緑広葉樹林よりも次に広い面積を占めていたスギ林のほうが大きかった。すなわち, 面積あたりの幹材積はスギ林の方が大きかった。また幹材積増加量すなわち成長量もスギ林のほうが大きかったが, これはスギ林は植栽後40年程度の成長速度の大きい林齢の林分が多いことによると考えられる。優占種ごとの炭素蓄積量はほぼそれぞれが占める面積に対応し常緑広葉樹林で最も大きかった。面積あたりの幹材積が大きかったスギ林が, 面積あたりの炭素蓄積量では常緑広葉樹林より小さくなった理由は, スギの容積密度が小さいからである。一方, 二酸化炭素吸収量は幹材積増加量の大小を反映した値となり, スギ林で最も大きく合計値 (2,483 t y⁻¹) の7割に相当した。幹材積の推定の精度が低かった常緑広葉樹林 (図5) の二酸化炭素吸収量は, その合計に占める割合が2割であり相対的に小さかった。

田野フィールド (演習林) の全体の二酸化炭素吸収量は2,483 t y⁻¹と推定された。これを4つの推定対象優占種的面積計である485 haで除して単位面積あたりに換算すると, 5.1 t ha⁻¹ y⁻¹となった。一方, 日本の森林面積は2510万 haであり, 2007年における日本の森林全体による二酸化炭素吸収量は8287万 tであった (国立環境研究所2009)。この値を単位面積あたりに換算すると3.3 t ha⁻¹ y⁻¹となる。すなわち田野フィールド (演習林) の二酸化炭素吸収量は全国平均の約1.5倍であった。これは成長速度の大きいスギ林の割合が多いことによると考えられる。宮崎大学全体の平成19年度における年間の二酸化炭素排出量は22,806 tであった (宮崎大学施設環境部 2008)。

したがって, 田野フィールド (演習林) の二酸化炭素吸収量は大学全体の平成19年度の排出量の10.9%に相当することとなった。

今後は, 常緑広葉樹林の幹材積の推定の精度を向上させることと, 串間地区の118 haの森林についても基礎データを整備し推定を可能とすることが課題である。

和文要旨

宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター田野フィールド (演習林) における二酸化炭素吸収量を推定した。面積501 haの里山である田野地区による1年当たりの二酸化炭素吸収量は2,483 t y⁻¹と計算された。ヘクタール当たりの吸収量は5.1 t ha⁻¹ y⁻¹となり, この値は日本全体の森林の平均の値である3.3 t ha⁻¹ y⁻¹より高い値となった。宮崎大学全体の年間の二酸化炭素排出量は22,806 t (平成19年度) であり, 田野フィールドによる吸収量はこの排出量の約1割に相当すると推定された。

キーワード: 大学演習林, 炭素蓄積, 二酸化炭素。

謝辞

常緑広葉樹の伐倒調査は宮崎大学農学部平成20年度学部長裁量経費の支援を受けた。

引用文献

国立環境研究所 (2009) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書. 地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス編, つくば市.
熊本営林局 (1964) 広葉樹立木材積表. 熊本市,

- pp. 1-35.
- 熊本営林局 (1968) 針葉樹立木材積表. 熊本市, pp. 1-118.
- 松本光朗 (2001) 日本の森林による炭素蓄積量と炭素吸収量. 森林科学 33, 30-36.
- 宮崎大学施設環境部 (2008) 宮崎大学環境報告書 2008. 宮崎市, pp 1-66.
- 村本康治 (2003) 田野フィールドにおけるスギ人工林の成長量調査. 宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター年報 2, 50-56.
- 田野フィールド (演習林) 事業検討部会 (2009) 田野フィールド (演習林) 田野地区第7次および串間地区第3次森林管理計画. 宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター年報 8, 45-86.