

衛星データを用いた同齢スギ人工林小班内における炭素貯留量の推定

飯田和明¹・阿部信行^{2*}

(平成20年7月29日受付)

要約

高分解能 IKONOS 衛星データを利用して、同一小班内での林分成長量のバラツキを解析し、プロット材積とプロット平均輝度値との関係から、炭素貯留量の推定を行った。炭素貯留量は現地では幹、枝、葉の重量を測定し、これらの絶乾重量と材積との関係式から現存量の推定を行った。森林簿では調べるために同齢のスギ人工林を対象にした現存量調査と林分解析を行なった。現存量調査より従来スギの容積密度値として扱われている0.32とは別に新たなスギの容積密度の値を算出した。一方同一小班の材積は森林簿ではただひとつの値が計上されているのにすぎない。そこで、高分解能衛星データから推定された値と森林簿の値を比較した。推定された材積は実測値材積よりもやや過小な値をとったが、森林簿の値に比べ、格段に精度は良かった。採取したプロット毎では材積推定値と実測値との差が大きいものが見られるが、衛星データを用いて小班内の細かなバラツキを解析し、炭素貯留量を推定することは可能であると考えられた。

新大農研報, 61(1):95-103, 2008

キーワード：炭素貯留量、小班、スギ、衛星データ、IKONOS 衛星

2005年2月16日、京都議定書が発効された。これにより来る第一約束期間（2008 - 2012）に向けて温室効果ガス排出量を1990年比で先進国全体では-5%、日本は-6%削減しなければならない。日本はCOP7のマラケシュ合意が得られたことで、1990年比6%の温室効果ガスの削減が求められる中、その内の3.9%を森林の二酸化炭素吸収量として認められ、森林が吸収源として果たす役割は大きい。しかし、これら大きな吸収源を算入するモニタリングやインベントリー評価体制の構築が課題として挙げられている（米ら, 2003）。その主な内容は、排出・吸収量の推計をするための国内制度を2007年までに整備しなくてはならないこと、排出・吸収インベントリーに京都議定書に遵守したことを明らかにする情報を含めなくてはならないこと、専門家審査チームがインベントリー情報をレビューすることである。これらの課題を詳細に精度良く整備・評価していくことが必要となってきた。

吸収源算入モニタリングとして期待されている技術の一つがリモートセンシングである。山形ら（2001）はリモートセンシング計測手法が果たす役割と今後の展望を述べている。リモートセンシングの利点は広範囲のデータが取得できること、定期的なデータ取得が可能など等が挙げられる。通常、我が国の森林資源は森林簿の情報を積算して計上される。森林簿の精度や材積から炭素貯留量への変換に必要な既定の容積密度の値を調べておく必要がある。

新潟県の森林簿の材積はⅠ - Ⅲ区域に分け、それぞれの区域に対応した材積成長式から求められているため、実測値と異なっている場合が多い。わが国の森林が吸収している炭素量の合計は、各都道府県、国有林の小班材積を合計して推定される。しかし、各都道府県における森林簿の材積推定は、新潟県同様、管内を地位区分し、それぞれの地位ごとに材積量を推定している。この方法では、小班内の材積値は平均材積量が一つだけ推定されることになり、小班内の地位のバラツキについては考慮されていない。小班面積が大きくなると、成長実態を表してお

らず、このような森林簿の材積量が現実林分をどの程度反映しているかは、調査して検証してみないと分からない（Abe and Ishida, 2005）。一方で、スギの容積密度も検討していかなくてはならないと考える。

炭素貯留量の推定には、容積密度の値が大きな影響を与える。容積密度とは生材の容積に対する全乾重量の比のことであり、個々の樹種によって値は異なる。木材工業ハンドブック（1982）によるとスギの容積密度は0.299 - 0.333 とかなり値がばらついている。松本（2001）はスギの容積密度の標準値を0.32と設定し、日本全体の森林の炭素貯留量を求めた。しかし、スギは周囲環境によって成長量が異なり、成長量の差は容積密度にも反映される。容積密度を求めるためには、幹現存量を測定する必要がある。

現存量調査は森林生態系における物質循環の解明や林分の生産力の評価などを目的として1950年代から70年代まで盛んに行われてきた調査である（佐藤ら（1966）、斉藤ら（1967）、（1973）、坂口ら（1969））。近年、森林による二酸化炭素吸収量をより正確に評価することが求められているため、再び注目されてきている（嘉戸ら, 2003）。渡邊ら（2005）は森林の炭素固定に関する調査は各地で行われているが、同一の森林立地条件で樹種と炭素固定の関係が報告された事例は少ないことを指摘しており、同齢のアカマツをはじめ、スギ、ヒノキの現存量及び炭素量を測定している。従来、現存量調査は手間がかかるものだと考えられてきたが、飯田ら（2005）は高性能林業機械と電子はかりを用いて現存量調査を行い、労力と調査に伴う時間を大幅に短縮できた。当該造林地はほぼ同時期に植栽されているが、成長量や地位にはバラツキが見られた。本研究は衛星データを利用して公社造林地のより詳細な炭素貯留量分布を解析し、小班内の材積の分布状況の推定方法、森林簿との差について解析したものである。

¹株式会社ウッドワン（前新潟大学自然科学研究科）

²新潟大学農学部

*代表著者：tomiko@agr.niigata-u.ac.jp

調査地、使用データ

調査地は新潟県東蒲原郡阿賀町にある県公社造林地鳥井団地(旧津川町)、豊実団地(旧鹿瀬町)で行った。鳥井団地は昭和52年(1977)に10haのスギ林の植栽をし、その後1999年に5残1伐方式、2004年に4残1伐の間伐が行われた。豊実団地では昭和51年(1976)～53年(1978)にかけて10ha植栽され、2000年に間伐が行われた。

今回使用する画像は2001年5月29日に撮影されたIKONOSのパンクロマチック画像(幾何補正済み)を用いた。画像解析にはESRI社のERDAS IMAGINE8.7とArc View9.0を使用した。

調査方法

現存量調査は2004年5月に鳥井団地内にプロット1(大きさ20m×30m)、豊実団地にプロット2(大きさ20m×20m)を設定し、行った。両プロットとも昭和52年に植栽が行われた地域である。プロット1、2ともに毎木調査を行い、胸高直径、樹高を測定した。樹高はHaglof社のVERTEX IIIを用いて測定した。尚、プロット1では2004年に間伐が入っており、間伐前と間伐後とは現存量に違いが出てくる。間伐前後の現

表1 プロット別林分表 樹高:m 胸高直径:cm 本数密度:本数/ha

	平均樹高	平均胸高直径	本数密度
プロット1(間伐前)	14.0	19.2	1300
プロット1(間伐後)	13.7	18.2	883
プロット2	11.3	17.8	1125

存量を算出するため伐採された木の伐根径とその伐根径から胸高直径、樹高を推定できるようにプロット1内立木胸高直径と伐根に相当する直径を同時に調べた。2プロットの平均樹高、平均胸高直径、本数密度を表1に示す。事前にプロット内で各直径から伐倒する供試木(No.627, 628, 629, 632, 633, 634, 635)7本を選び出し、チェーンソーで根元から伐倒した。その後、幹、枝、葉の生重をそれぞれ測定し、サンプル葉、枝、円板を選び、大学の乾燥器で温度を90度に設定し、72時間乾燥した。乾燥後、枝、葉、幹の絶乾重量を測定した。

現地調査は鳥井団地より100m²～600m²のプロットを14プロット設定し、現存量調査で設定した1プロットを加え、計15プロットを解析の対象とした。鳥井団地とプロットの位置を示したものを図1に示す。それぞれのプロットで樹高、胸高直径、地位、ha当たり材積等のその他林分因子を算出した。地位に関してはLestari(2004)が求めた新潟県全体のスギ地位指数(基準年数60年)を基に算出している。新潟県全体のスギ地位指数ガイドカーブ式は以下のミッチャリッヒ式で表され、西沢ら(1965)の示した方法により地位指数曲線群を求めた。

$$H = 41.5452 (1 - e^{-0.014467T})$$

H: 上層木平均樹高 T: 林齢

材積に関しては材積表(林野庁計画課, 1973)を用いて求めた。材積式は以下の通りである。

$$\log v = 1.8876 \log d + 0.8223 \log h - 4.0989 \quad (d:4 \sim 10)$$

$$\log v = 1.82147 \log d + 1.08770 \log h - 4.27591 \quad (d:12 \sim 30)$$

画像上で、ピクセル毎に材積値を推定するために、算出した材積とプロットの輝度値との回帰式が必要になってくる。プロット内の輝度値を平均値化し、材積との回帰式とピクセルサイズを変更し、対応する輝度値と材積とを比較した式を検討した。ピクセルサイズを変更するリサンプリング作業によって切



図1 プロット位置図

り出した画像の1ピクセルの画像サイズは20m*20mとした。イコノス画像のパンクロマチックの解像度は1m×1mである。しかし、ピクセル単位に材積を推定することはできない。今回は、小班内の材積のバラツキを検討するのが目的なので、調査プロットの大きさに対応させて、1ピクセルを20m×20mにした。リサンプリングを行うことでピクセル単位の分類を行うよりもある程度の大きさで解析を行うことで画像を判別しやすくなることが期待されるからである。他の理由に Awaya et al (2004) は、プロット内の輝度値の最大輝度値、最小輝度値、平均輝度値と林分因子とを比較し、材積推定には平均輝度値を用いた場合、相関が最も高くなることを示しており、リサンプリングを行い、ピクセルのサイズを大きくし、輝度値を平均化することで、材積を精度よく算出できることが期待できる。今回リサンプリング手法には Nearest Neighbor Method (最近隣内挿法) を用いた。この手法は元のピクセル値を保持するために極端なデータ値や微妙なピクセル値の変化を保ちたい場合に有効である (ESRI ジャパンホームページより) ため、今回の解析には最適な手法である。リサンプリング後、対応するプロット内の平均輝度値と材積との回帰式を作成した。プロット内に複数のピクセルが混ざっていた場合、目視で最もプロット内で大きい面積を占めるピクセルを選んだ。大きい割合を占めるピクセルが無かった場合、上位二つを選び、平均化して求めた。リサンプリング前と後の平均輝度値と材積の回帰式を比較し、最適な回帰式を用いて、対象地の材積を算出し、小班内のバラツキを調べた。同時に、推定材積と実測値との差を調べ、森林簿との違いについて解析した。

次に求めた地位を4段階に区分した。60年時の上層高を地位指数として地位指数25以上を地位Ⅰ、地位指数20～24を地位Ⅱ、地位指数15～19を地位Ⅲ、15未満を地位Ⅳと定義した。地位区分を行なうために、材積と地位指数の回帰曲線を求め、回帰式に材積値を代入し、地位指数が15、20、25と推定された時の材積値を地位区分の閾値として設定した。設定した閾値から地位区分を行ない、地位のバラツキ具合を調べた。

最後に対象地全体の炭素貯留量推定を行なった。炭素貯留量 (tC) は以下の式にて表される (松本, 2001)。

$$\text{炭素貯留量} = 0.5 \times \text{森林面積} (ha) \times ha \text{ 当り森林剤積} (m^3/ha) \times \text{容積密度} \times 1.7$$

本研究では、地上部の現存量についてのみ、現存量調査を行っているため、今回の推定式には、拡大係数1.7を乗じていない。炭素貯留量を算出する方法として①従来のスギの容積密度として定義されている値0.32と森林簿材積を用いる②0.32と実測値平均材積を用いる③今回算出した容積密度を用い、推定した地位毎に炭素量を求める方法の3種でそれぞれ炭素貯留量を算出することにした。

結果・考察

各部位における現存量の推定方法には、相対成長式を利用した (阿部, 1981)。ここで幹重を W_S 、葉重を W_L 、枝重を W_B (いずれも絶乾重であり、単位はkgとする) とし、伐倒した供試木の D^2H (D : 胸高直径cm、 H : 樹高m) と W_S 、 W_L 、 W_B の相対成長式の関係は図2のように示された。図2に示すように W_S 、 W_L 、 W_B の各部位における絶乾重と D^2H の間には相対成長が成立していた。相関係数も幹0.9877、葉0.725、枝0.9267と高い値を示した。

$$\log W_S = 0.8923 \log D^2H - 3.4463$$

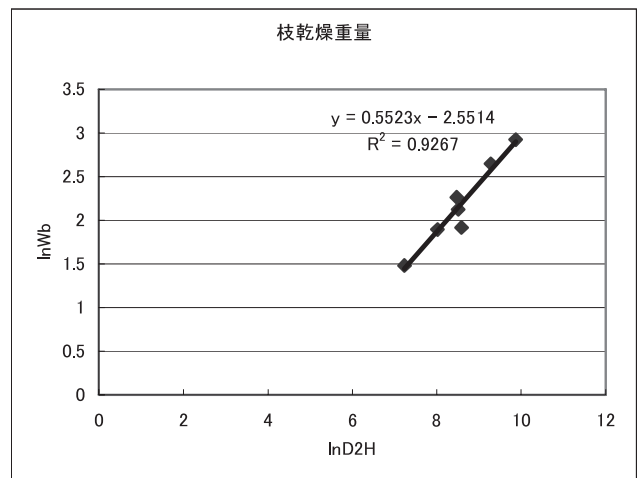
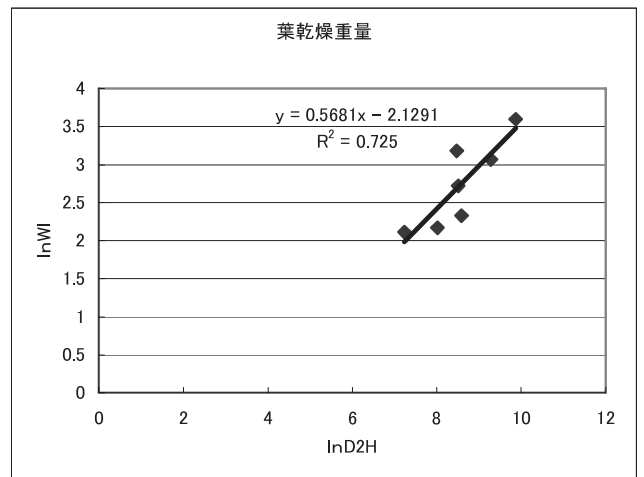
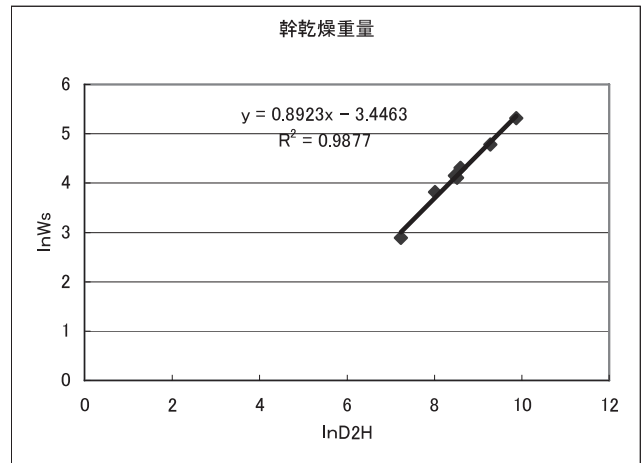


図2 幹・葉・枝の乾燥重量の相対成長式

$$\log W_L = 0.5523 \log D^2H - 2.5514$$

$$\log W_B = 0.5681 \log D^2H - 2.1291$$

プロット1ではプロットを設定する直前に間伐が行われていた。間伐木材積を推定するために、立木の根元径と胸高直径と

の回帰式を作成した。この式を利用し、間伐後の根元径から胸高直径を推定した。以下の式はプロット 1 内の伐根径 (X) から胸高直径 (Y) 推定式である。

$$Y = 7.2092e^{0.0398X} \quad (R^2 = 0.8147)$$

一方、樹高はプロット 1 の毎木調査から得た樹高 (H) と胸高直径 (DBH) との樹高曲線式から求めた。

$$H = DBH^2 / (0.2055DBH + 0.0143)^2 + 1.3$$

この樹高曲線を用いてプロット 1 内で伐採された木の樹高推定を行った。推定した樹高から D^2H を求め、相対成長式を利用し、間伐木を含めた現存量を推定した。

相対成長式と胸高直径、樹高の現地データからプロットのスギ地上部現存量を推定した。結果を表 2 にまとめて示した。プ

ロット 1 では間伐前と間伐後の現存量の違いを見るために間伐前後の現存量を算出した。

スギ現存量の報告例は過去に数多く報告されているので、今回調査した現存量を今までの報告と比較してみることは容易であると考えていた。しかし、現存量調査の多くが幼齢林や 60 年生以上のものを対象にした報告が多く、今回の対象地に近いものを示した報告例は残念ながら見つけれなかった。葉乾重に関して只木 (1976) はわが国における森林の葉量をまとめているため、葉乾重のみ比較した結果を簡単に示す。只木 (1976) によれば、スギの葉量は $19.6 \pm 4.4\text{ton/ha}$ であるとしている。プロット 1 の間伐前は当てはまっているが、その他は当てはまらなかった。考えられる原因として間伐が行われたことや (プロット 1 間伐後)、同じ林齢であるにもかかわらず成長量が低く、葉量が低いこと (プロット 2) 等が考えられた。容積密度を推定するための供試木から求めた幹材積 V (区分求積法による) と D^2H との関係は次式で近似され、高い相関 ($R^2 = 0.9941$) が見られたためこの式から幹材積 (V) と絶幹重 (W_s) を推定することで容積密度を求めることができる。

$$V = 0.00004D^2H + 0.0174$$

$$\log W_s = 0.8923 \log D^2H - 3.4463$$

$$D^2H \text{ と材積、幹の絶乾重式 } \log W_s = 0.8923 \log D^2H - 3.4463$$

との間には非常に高い相関関係が見られたため、両式を用いてプロット 1、2 の他の木についても容積密度を算出した。

求めた幹材積と幹の絶乾重量からプロット 1 の間伐前、間伐後、プロット 2 の容積密度を推定した。容積密度の結果を示したのが表 3 である。表 3 からプロット 1 の間伐前容積密度は 0.2927、間伐後 0.2946 と間伐前後でやや変化した。プロット 2 は 0.2836 となった。前述のようにスギの容積密度は 0.299 ~ 0.333 とされており、従来の容積密度の値に比べ小さい結果となった。

表 2 プロット別現存量 単位: ton/ha

	葉現存量	幹現存量	枝現存量
プロット 1 (間伐前)	20.13	89.81	11.51
プロット 1 (間伐後)	12.72	54.26	7.29
プロット 2	14.32	58.67	8.23

表 3 プロット別容積密度 容積密度: t/m³

	容積密度
プロット 1 間伐前	0.29273
プロット 1 間伐後	0.294618
プロット 2	0.28364

表 4 現地調査

プロット no	平均 D	平均 H	地位	材積 (m ³ /ha)	本数密度 (本 /ha)
7	20.84	11.87	21	160.407696	750
8	14.54	9.17	18	129.450409	1600
9	14.65	7.56	16	88.7165642	1300
10	15.67	8.88	18	115.289265	1300
11	24.64	15.49	26	254.926358	700
12	26.79	16.30	27	272.958395	600
13	11.11	5.09	12	31.487788	1100
14	15.01	7.88	16	71.1777516	1000
15	19.23	10.23	19	173.928911	1150
16	16.52	8.80	18	93.466599	950
17	15.21	7.64	16	75.9395841	1050
18	16.38	8.72	17	136.288176	1450
plot1	19.19	13.95	24	313.613119	1217
plot3	19.13	12.98	23	198.783301	1022
plot4	20.59	12.97	23	201.679631	889

現地調査の結果を表4に示す。表4から地位も材積にも値にバラツキが見られることが分かった。材積について注目し、プロットの実測値平均の材積を算出したところ、154.54m³/haとなった。鳥井団地に対応する森林簿のha当り材積を調べると249.35m³/haと記載されており、森林簿材積が実際の値より過大に推定されていることが分かった。調査プロットで森林簿材積の値を超えているのは2プロットしか該当せず、森林簿の値を使用することの妥当性に問題があると考えられた。

プロット内の輝度値を平均値化して求めた推定材積値とリサ

ンプリングをかけて求めた推定材積値を求めるための回帰式が図3、4である。図3はプロット内の輝度値を平均値化して求めた輝度値(X)と材積(Y)との関係であり、次式で表される。

$$Y = 75326e^{-0.02X} \quad (R^2 = 0.6947)$$

図4はピクセルサイズを20m×20mにリサンプリングした後の輝度値(X)と材積(Y)との関係式で、次式で表される。

$$Y = 1048.4e^{-0.0063x} \quad (R^2 = 0.367)$$

両式を比較すると、プロット内の輝度値を平均値化して求めた方が相関は良いという結果となった。しかし、プロット内の輝

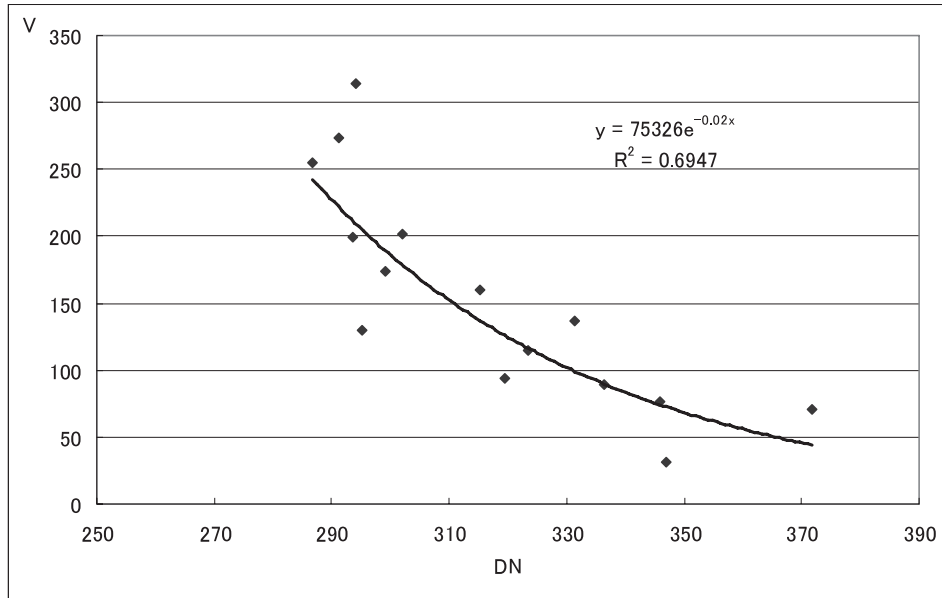


図3 プロット内の輝度値を平均値化して求めた輝度値と材積との関係式

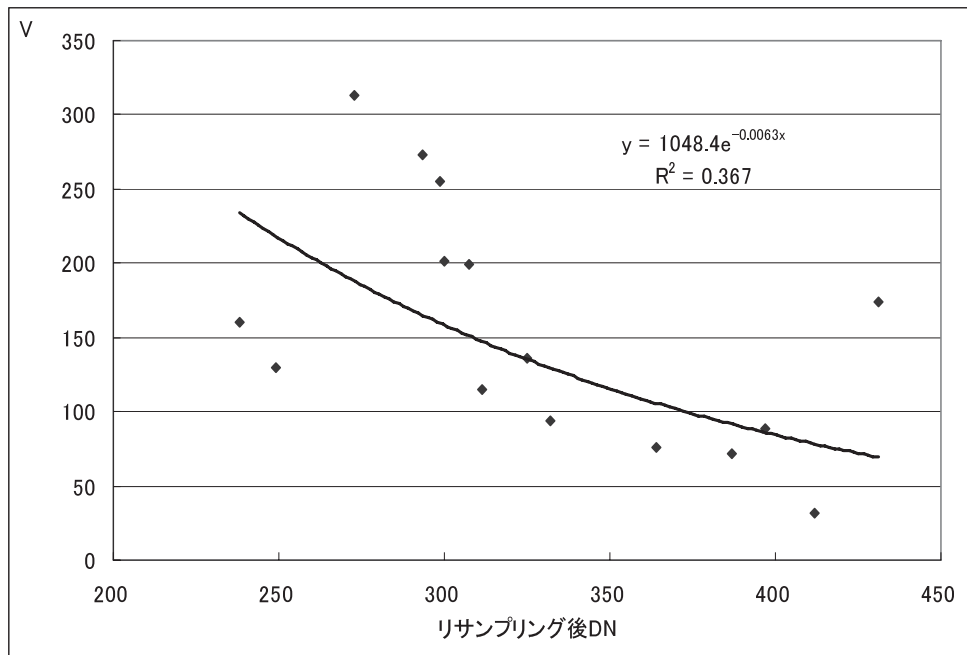


図4 リサンプリング後のプロット輝度値と材積との関係式

度値を平均値化して対象地の材積を推定する方法では、予め画像を一定のセルに仕切り、その平均輝度値を求めなければならず、画像中のピクセル一つ一つに式を当てはめ、計算量も膨大になる。一方、リサンプリング後の材積と輝度値との回帰式は 5% で有意であった。これらを踏まえて図 4 に示される回帰式を用いて対象地の材積推定を行なうことにした。

図 4 より求めたリサンプリング後の輝度値に対応した材積分

布図は図 5 に示す通りである。図 5 から求めたリサンプリング後の 1 ピクセル当たりの平均材積量は 144.87m^3 であった。結果は実測値平均に比べ、やや過小であるが、森林簿材積よりも精度は格段に良いことが実証できた。しかし、全体的な誤差は少なくできたが、プロット毎では、誤差が大きいプロットが何箇所かあった。今後推定精度を上げるためには、誤差の要因を解析する必要がある。



図 5 材積分布図

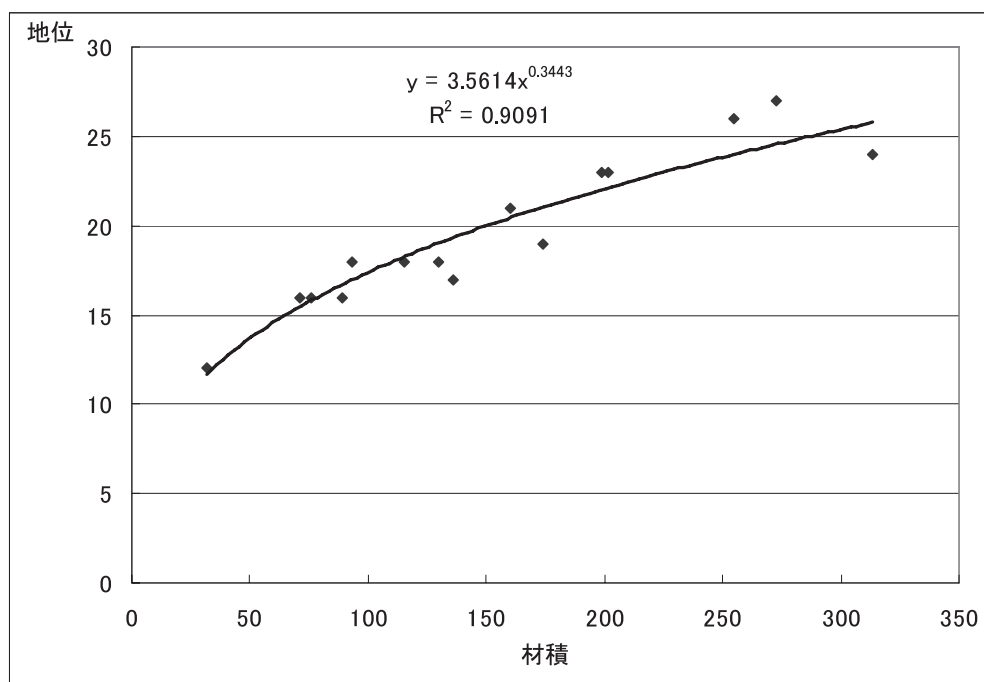


図 6 実測値材積と地位指数との回帰式

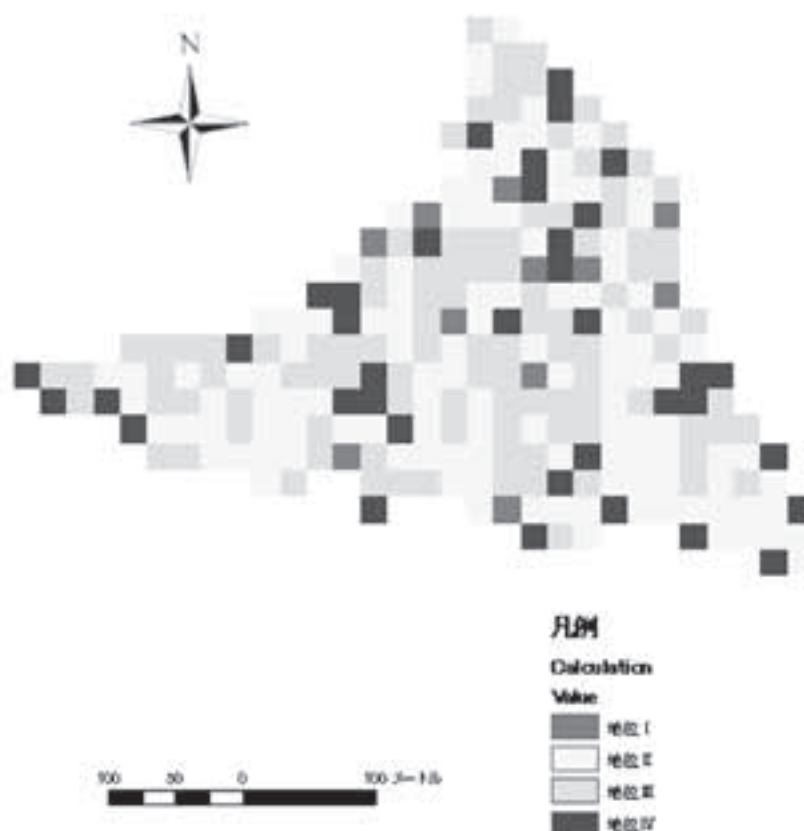


図7 地位区分図

次に、地位区分を行なった。実測値材積と地位指数との回帰式を示したものが、図6である。図6より、両者の相関は高いことがわかったので、図6を利用して、材積から地位を推定してみた。地位が15、20、25のときの材積を閾値に用いている。各地位毎の閾値は表5に示す。表5に示した閾値から4つに地位区分をしたものが図7である。図7より調査地の地位のバラツキを示すことができた。図7の下部の標高が低い部分は、地位が高く、成長が良いことがわかる。全体的には地位Ⅲ（地位指数15～19）と示された箇所が多かった。今回、地位のバラツキが示すことができたことから、地位の良い所、悪いところが判断できるので、適切な森林施業計画の策定に応用することが可能だと考えられる。

表6に炭素貯留量を比較したものを示す。③の求め方は今回、地位Ⅰ、Ⅱにプロット1の間伐後の容積密度0.2946を用い、地位Ⅲ、Ⅳにはプロット2の容積密度0.2836を用い、炭素量を推定している。表6より値の採り方によって炭素貯留量にかなり差があることがわかる。①と②の差は、森林簿材積と実測値材積との値の開きにある。森林簿材積を用いて貯留量推定する場合には注意する必要があると考える。②と③の比較のように、容積密度の値が少しでも変われば、炭素量の値にも変化がある。本研究では小面積を対象にしたため、数値にそれ程差が見られなかったが、現在国内の人工林面積は約1000万haに対し、スギ人工林はその約4割強の450万ha存在し、国内全

表5 閾値材積 単位 m^3/ha

	下限値	上限値
地位Ⅰ	31.49	69.46
地位Ⅱ	69.47	148.47
地位Ⅲ	148.48	267.62
地位Ⅳ	267.63	313.61

表6 炭素貯留量

	材積値	炭素量 (tC)
①	249.35	288.8
②	154.54	179.2
③	140.06	147.4

- ①森林簿の材積値と既存の容積密度0.32を使用
- ②実測材積値と既存の容積密度0.32を使用
- ③地位毎に平均材積値を算出し、地位Ⅰ、Ⅱに容積密度0.294618を、地位Ⅲ、Ⅳに0.28364をそれぞれ使用

体を調査対象として考えるなら、用いる容積密度によって炭素量は大きく変化するだろう。容積密度は林齢や立木密度、系統等で異なることが予想されることから、色々な林分を対象にした報告例が重要と考えられる。

まとめ

今回、スギの人工同齢林を調査し、容積密度を算出した理由に、今現在国内では同一林班で同材積を示す森林簿を用いているが、その値を用いることで正確な炭素貯留量を推定することは難しいのではないかと考えたからである。これだけの小面積であっても、地位や材積が大きくばらついているという現実を決して無視できないのではないだろうか。排出・吸収量の推計をするための国内制度を 2007 年までに整備しなくてはならないといわれているが、その整備は思うように進んでいるとはいえないだろう。Thenkabail et al (2004) が雨季と乾季の IKONOS データを用いて西アフリカのオイルパーム (*Elaeis guineensis*) の現存量及び炭素量を調査しているように、世界でも高分解能衛星を用いた炭素量を推定の方法は検討され始めている。国内でも様々な手法を用いてデータを積み重ねることが重要であり、このことが炭素貯留量の推定方法の確立につながるだろう。

引用文献

阿部信行 (1981) トドマツ人工林の施業法に関する研究 (Ⅲ) - 53 年生林分の現存量 - . 北海道林業試験場報告 第 19 号.

Abe, N., Ishida, T. : (2005) Estimation of Carbon Stock in Sugi Plantations using High-Resolution Quick-Bird Images: The Role of Forest for coming generations, -Philosophy and Technology for Forest Resource Management- Edited by Naito, K. Japan Society of Forest Planning Press, 221 - 229

Awaya, Y., Tsuyuki, S., Kodani, E., Takao, G.: (2004) Potential of Woody Carbon Stock Estimation Using High Spatial Resolution Imagery: A Case Study of Spruce Stands. Global Environment Change in the Ocean and on land, Eds., Shiyomi, M. et al., 425 - 440.

飯田和明・阿部信行 (2005) スギ人工林の現存量と容積密度. 森林計画学会誌 39

嘉戸昭夫・松浦崇遠・相浦英春・安田洋 (2003) 富山県におけるスギ林分の現存量と生長. 第 114 回日林学術講: 271

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.

西沢正久・真下育久・川端幸蔵 (1965) 数量化による地位指数の推定法. 林試研報 176 : 1 - 49.

農林水産省林業試験場木材工業ハンドブック編集委員会編 (1982) 木材工業ハンドブック改訂 3 版. 1099pp, 丸善, 東京.

林野庁計画課 (1973) 立木幹材積表. 333pp, 日本林業調査会

斉藤秀樹・山田勇・四手井綱英 (1967) 小径木間伐に関する研究 (Ⅱ) 第 1 回間伐 1 年後の林況の変化について. 京大演報 39 : 64 - 78

斉藤秀樹・四手井綱英 (1973) スギ幼齢林の一次生産力とその推定法の検討. 日林誌 55 (2) : 52 - 62.

坂口勝美・竹内郁雄・斉藤明・渡辺秀彦 (1969) 人工二段林における物質生産量の測定例. 日林誌 51 (4) : 102 - 107.

佐藤大七郎・扇田正二 (1966) 林分生長論資料 6. 東大演報 62 : 117 - 146.

Sri Lestari Munajati (2004) Predicting the Site Index of Japanese cedar Plantation in Niigata Prefecture Using Quantification Method. 新潟大学大学院自然科学研究科 修士論文 71pp

只木良也 (1976) 森林の現存量 - とくにわが国の森林の葉量について -. 日林誌 58 (11) : 416 - 423.

Thenkabail, P. S., Stucky, N., Griscom, B. W., Ashton, M. S.; Diels, J., B. van der Meer, Enclona, E.: (2004) Biomass estimations and carbon stock calculations in the oil palm plantations of African derived savannas using IKONOS data. Int. J. Remote Sensing, 25 5447-5472

渡邊仁志・茂木靖和 (2005) スギ, ヒノキ, アカマツ同齢人工林の炭素貯留量. 第 116 回日本森林学会データベース

山形与志樹・小熊宏之・土田聡・関根秀真・六川修一 (2001) 京都議定書で評価される吸収源活動のモニタリングと認証に関わるリモートセンシング計測手法の役割. 日本リモートセンシング学会誌 21 : 43 - 57.

米康充・小熊宏之・山形与志樹 (2003) 京都議定書に関わる吸収源計測システムの開発 - 地上レーザスキャナによる点群モデルを用いた計測手法の検討 -. 森林計画学会誌 37 : 21 - 30.

Estimation of the Amount of Carbon Sink in Subcompartment of Even-aged Sugi Forests Using Satellite Data

Kazuaki IIDA¹ and Nobuyuki ABE^{2*}

(Received July 29, 2008)

Summary

To estimate the amount of carbon sink and to examine the unevenness of volume growth in a subcompartment of sugi forest, I surveyed the biomass and analyzed the forest stand growth in an even-aged sugi forest. From the result of field survey, we calculated the bulk density of sugi differing from the value of 0.32 which has been used as the usual value. The volume estimated by image processing was slightly smaller than the measured volume, but the accuracy was far superior to that estimated from the forest register. Although in some plots, the volume estimated using satellite data largely differed from the measured volume, the amount of carbon sink may be estimated by analyzing the detailed unevenness of the volume in the subcompartment by using satellite data.

Bull. Facul. Agric. Niigata Univ., 61(1):95-103, 2008

Key words : words:carbon sink subcompartment,sugi,satellite data,IKONOS

¹Wood One Co., LTD. (Formerly Graduate School of Science and Technology, Niigata University)

²Faculty of Agriculture, Niigata University

*Corresponding author: tomiko@agr.niigata-u.ac.jp