

平成21年6月11日現在

研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17201005
 研究課題名（和文） 京都議定書に対応した森林におけるCO₂吸収量の広域測定法の開発
 研究課題名（英文） Methodology Development for Forest Carbon Budgeting corresponding to the Kyoto Protocol
 研究代表者
 末田 達彦（SWEDA TATSUO）
 愛媛大学・農学部・教授
 研究者番号：90109314

研究成果の概要：

愛媛全県を対象に2年の間隔で2回、延べ3000kmの航空レーザー測定を行い、各時点の森林面積と森林蓄積、および時点間の蓄積の差として森林生産量と炭素吸収量を明らかにした。その結果、それぞれ4,457km²、1.43億m³強、147万m³/年および49万tC/年となり、林野庁が京都議定書の森林炭素収支勘定に用いる森林簿の値とは相当の隔たりがあり、人口に膾炙する森林簿の不正確さが実証できた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	14,900,000	4,470,000	19,370,000
2006年度	8,800,000	2,640,000	11,440,000
2007年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2008年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
総計	34,700,000	10,410,000	45,110,000

研究分野：森林資源計画

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：京都議定書・森林の炭素収支・土地利用区分・航空レーザー測距法

森林の広域測定・NASA・バイオマス

1. 研究開始当初の背景

京都議定書によりわが国は2008-2012の第一約束期間までに1990年比で6%の二酸化炭素排出量削減義務を負うことになったが、議定書3条4項の『森林管理による炭素吸収』で3.9%を賄い、実質的な削減義務量を2.1%とする方針で臨んでいる。この炭素吸収量の記録・算定・報告にあたり、IPCCの"Land Use, Land-use Change and Forestry" (2000) は透明性・一貫性・比較可能性・完全性・正確性・証明可能性・効率性の確保を強く求めているが、

報告担当官庁たる林野庁が吸収量の算定に用いることにしている森林簿の蓄積が過少なことは人口に膾炙しており IPCC の求める科学技術的な水準を満たしうるとは言い難く、抜本的な改善が望まれていた。そこで、これまで当研究室が開発してきた航空レーザー測距法が森林簿に代わるか、あるいはこれを補完し、経済的にも優れた森林計測法であることを示すため、本研究を発想した。

2. 研究の目的

愛媛全県の反復測定により各時点における森林蓄積を明らかにしたうえで、両者の差として森林の生長量と炭素吸収量を明らかにすることにより、航空レーザー測距法が、その広域性・迅速さ・精度・経済性などの点で現在利用可能な最良の森林調査法であることを示し、京都議定書やポスト京都における国家規模の森林炭素収支勘定のため、航空レーザー測距法による正確・迅速・透明・安価な森林計測の方法論を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

島嶼部 221.7 km²を除く愛媛全県の森林面積と蓄積を明らかにするため、2005年と2007年にそれぞれ延べ1500kmにおよぶ航空レーザー測距を行った。研究予算の制約上、測定をNASA(米航空宇宙局)との共同研究として、同局の直下型レーザー測距儀を利用するとともに、全県を平行に覆う測線の間隔を4kmとして、面積や蓄積はこの幅に当該部分の測線長を乗じて求めた。この航空レーザー測定により航跡に沿って平均12cm間隔で森林の樹冠高と地面高が求まるが、これらより樹冠面と地面を補間推定し、両者の差として航跡に沿った森林の縦断面を決めた。

この森林縦断面の面積を森林蓄積に回帰するためのアロメトリー式を構築するため、航跡直下の150地点に調査プロットを設け、森林蓄積を実測した。こうして得た回帰を航空レーザー測定による全県の森林縦断面に適用し、2005、2007年時点における森林蓄積を求めたうえで、両者の差として森林成長量と炭素収支を求めた。

また、以上で得た結果を森林簿などの官庁統計と比較し、従来うわさとしては言われていたが、官庁統計に対比しうる広域を測定し得ないため誰もが証明し得なかった官庁統計の問題点を具体的に明らかにした。

4. 研究成果

航空レーザー測距法による愛媛県の森林面積は4,457 km²で県土の81.7%となった。海面や隣県部を除く愛媛県四国本島部の測線総延長1,358 kmに幅4kmを乗じた県土面積が5,432 km²で国土地理院の値5,455 km²と20 km²(県土面積の0.4%)しか違わなかったことから、測定誤差は1%内外に収まっていると判断した。

この森林面積は森林簿の値4,003 km²より一割ほど大きい、その理由が主として森林化した放棄農地であることも、現地調査、文献調査、航空写真判読などから明らかにした。すなわち航空レーザーでは形態上の森林はすべて森林として捉えているが、森林簿では森林化していても登記上の農地はもちろん登記変更されたかつての農地も森林として

計上されていないため、森林面積に齟齬を生じている。

森林蓄積は、森林簿の値8,800万m³の6割増しの1億4300万m³強となり、予想通り森林簿の過少推定を裏付ける結果となった。森林成長量と炭素固定量は、ともに森林簿に基づく値の8割弱、それぞれ147万m³/年と49万t/年となり、森林簿では炭素吸収量が過大評価になることが分かった。蓄積が過小で成長量が過大となる森林簿の値は、森林を若齢に評価しすぎているということであるが、世間一般が若すぎるとしている30~40年の標準伐期齢にまだ拘泥している林野庁自身の見解とはよく整合している。本推定にはまだ多少の補正が見込まれるので、最終的な比較は多少動くが、上記の矛盾が根本的に解消されるほどではない。森林簿の精度にはかたやより多方面から疑義が出されているので、これに基づくわが国の京都議定書森林炭素収支勘定には見直しが必要であると結論した。

5. 主な発表論文等

(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13件)

- ① Tsuzuki, H., Nelson, R. and Sweda, T.: Estimating timber stock of Ehime prefecture, Japan using airborne laser profiling. Journal of Forest Planning 13: 259-266, 2008. 査読有
- ② Maeda, Y., Tsuzuki, H., Nelson, R. and Sweda, T.: Land-cover classification of Ehime prefecture, Japan using airborne laser altimetry. Journal of Forest Planning 13: 245-248, 2008. 査読有
- ③ Ueda, S., Tsuzuki, H. and Sweda, T.: Forest habitability for wildlife as evaluated by airborne laser altimetry. Journal of Forest Planning 13: 215-223, 2008. 査読有
- ④ Kaneko, R., Suzuki, Y., Gotou, J., Eino, C., Makino, K., Tsuzuki, H. and Sweda, T.: Estimation of stand density of young plantation using digitized aerial photographs in Ehime prefecture, Japan. Journal of Forest Planning 13: 141-146, 2008. 査読有
- ⑤ Takao, G., Ishibashi, S., Takahashi, M., Sweda, T., Tsuzuki, H. and Kusakabe, T.: Conifer plantation volume estimation by remote sensing without parameter fitting. Journal of Forest Planning 13: 295-301, 2008. 査読有
- ⑥ Maeda, Y., Morioka, Y., Tsuzuki, H., Nelson, R. and Sweda, T.: Adequacy of governmental land-cover statistics as examined by airborne laser altimetry. Proc. 30th Remote Sensing for Environmental Sciences Symposium: 39-43, 2008. 査読有

- ⑦ Tsuzuki, H., Nelson, R., Maeda, Y. and Sweda, T.: Prefecture-wide forest growth and carbon sequestration estimates using airborne laser profiler. Proc. 30th Remote Sensing for Environmental Sciences Symposium: 44-51, 2008. 査読有
- ⑧ Sweda, T. and Tsuzuki, H.: Carbon emission from degraded tropical swamp forests due to fire & aerobic decomposition, and its quantification by airborne laser altimetry. Proc. 30th Remote Sensing for Environmental Sciences Symposium: 78-82, 2008. 査読有
- ⑨ Wulder, M., Han, T., White, J., Sweda, T. and Tsuzuki, H.: Integrating profiling LIDAR with Landsat data for regional boreal forest canopy attribute estimation and change characterization. Remote Sensing of Environment 110: 123-137, 2007. 査読有
- ⑩ Sweda, T. and Tsuzuki, H.: Forest Carbon Budget Accounting and Early Detection of Warming-induced Vegetation Change using Airborne Laser Altimetry. Proc. 28th Remote Sensing for Environmental Sciences Symposium: 45-53, 2006. 査読有
- ⑪ 都築勇人・日下部朝子・末田達彦: 航空レーザー測距法によるカナダ西部亜寒帯林の広域森林蓄積推定. 日本森林学会誌 88: 103-113, 2006. 査読有
- ⑫ 日下部朝子・都築勇人・末田達彦: シベリア亜寒帯林を対象とした航空レーザー測距法による葉面積指数の広域推定. 日本森林学会誌 88: 21-29, 2006. 査読有
- ⑬ 長谷川宏一・松山洋・都築勇人・末田達彦: 植生指数を用いた葉面積指数の把握に二方向性反射特性が及ぼす影響 —カナダ北西部における山火事後の遷移段階にある植生を対象に—. リモートセンシング学会誌 26(3): 186-201, 2006. 査読有
- ④ 都築勇人・末田達彦・豊田信行: 航空機搭載のレーザー儀を用いた愛媛県森林蓄積の推定. 四国森林・林業研究発表集: 87-91, 2008/01/24, 高知市.
- ⑤ 末田達彦・都築勇人: 航空レーザー測距法による愛媛県森林蓄積の推定. 四国森林・林業研究発表集: 117-120, 2007/01/25-26, 高知市.
- ⑥ 前田佳子: 航空レーザー測距法による愛媛県の土地被覆区分. 四国森林・林業研究発表集: 121-124, 2007/01/25-26, 高知市.
- ⑦ 植田彩容子: 赤外線感知式自動撮影カメラと航空レーザーで捉えた野生動物に住み良い森林. 四国森林・林業研究発表集: 125-129, 2007/01/25-26, 高知市.
- ⑧ Yoshiko Maeda, Hayato Tsuzuki, Ross Nelson and Tatsuo Sweda. Land use classification by airborne laser altimetry of Ehime Prefecture, Japan. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 24-29. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.
- ⑨ Toshitsugu Ohtsuka, Hayato Tsuzuki, Ross Nelson and Tatsuo Sweda. Estimating LAI over Ehime prefecture by using airborne laser altimetry. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 81. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.
- ⑩ Hayato Tsuzuki, Ross Nelson and Tatsuo Sweda. Timber stock estimate by airborne laser profiling for entire Ehime prefecture, Japan. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 82-88. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.
- ⑪ Tomoko Kusakabe, Hayato Tsuzuki and Tatsuo Sweda. Vegetation-topography relationship in central Siberia as observed by airborne laser altimetry. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 181-185. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.
- ⑫ Rikiya Kaneko, Yasushi Suzuki, Jun'ich Gotou, Chitose Eino, Kosuke Makino, Hayato Tsuzuki and Tatsuo Sweda. Stand density estimation of young plantation forests by digitally modified aero-photographs. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 207-210. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.
- ⑬ Gen Takao, Satoshi Ishibashi, Masayoshi Takahashi, Tatsuo Sweda, Hayato Tsuzuki and Tomoko Kusakabe. Conifer plantation volume estimation by combination of lidar observation and conventional growth models. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 217-223. 2006/11/14-16, Matsuyama,
- [学会発表] (計 14件)
- ① 前田佳子・都築勇人・末田達彦: 航空レーザー測距法による愛媛県の森林面積と国家統計の食い違い. 四万十・流域圏学会 第8回総会・学術研究発表会概要集: 29-30, 2008/05/31, 香美市.
- ② 末田達彦: 地球環境時代の森林の保全・再生. 四万十・流域圏学会 第8回総会・学術研究発表会概要集: 53-56, 2008/05/31, 香美市.
- ③ 都築勇人・末田達彦・ロス・ネルソン: 航空レーザー測距法による愛媛県の物部・四万十川広域流域の森林蓄積とその成長量の推定. 四万十・流域圏学会 第8回総会・学術研究発表会概要集: 63-64, 2008/05/31, 香美市.

Japan.

- ⑭ Sayoko Ueda, Hayato Tsuzuki and Tatsuo Sweda. Forest habitability for wildlife as evaluated by airborne laser altimetry. Proc. International Conference Silvilaser 2006: 231-236. 2006/11/14-16, Matsuyama, Japan.

[図書] (計 1 件)

末田達彦編著. 京都議定書に対応した森林におけるCO₂吸収量の広域測定法の開発. 愛媛大学農学部. xiii+144+249pp. 2009.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

末田 達彦 (SWEDA TATSUO)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 90109314

(2) 研究分担者

後藤 純一 (GOTO JYNICHI)

高知大学・農学部・教授

研究者番号: 90127928

鈴木 保志 (SUZUKI YASUSHI)

高知大学・農学部・准教授

研究者番号: 20216451

天野 正博 (AMANO MASAHIRO)

早稲田大学・人間科学学術院・教授

研究者番号: 60353562

江崎 次夫 (EZAKI TSUGIO)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 00036378

泉 英二 (IZUMI EIJI)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 30026637

林 和男 (HAYASHI KAZUO)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 80111839

藤原 三夫 (FUJIWARA MITSUO)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 20144347

松尾 芳雄 (MATSUO YOAHI)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 10150327

二宮 生夫 (NINOMIYA IKUO)

愛媛大学・農学部・教授

研究者番号: 80172732

戎 信宏 (EBISU NOBUHIRO)

愛媛大学・農学部・准教授

研究者番号: 60176782

大田 伊久雄 (OHTA IKUO)

愛媛大学・農学部・准教授

研究者番号: 00252495

都築 勇人 (TSUZUKI HAYATO)

愛媛大学・農学部・准教授

研究者番号: 70363257

(3) 研究協力者

Ross Nelson・Biospheric Sciences Branch,
NASA-Goddard Space Flight Center・Senior
Researcher

前田佳子 (MAEDA YOSHIKO)

愛媛大学・農学部・博士課程学生

植田彩容子 (UEDA SAYOKO)

愛媛大学・農学部・研究科研究生