

## 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 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21612005

研究課題名（和文）

環境資源勘定を用いた地域木質系バイオマス資源の戦略的利用・管理ツールの開発

研究課題名（英文）

Development of Strategic Management Tools for Utilizing Regional Wooden Biomass with Environmental Resource Accounting

研究代表者

谷川 寛樹 (TANIKAWA HIROKI)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：90304188

研究成果の概要（和文）：本研究では、マテリアルストック・フローを考慮し、地域の木質系バイオマス資源、特に住宅用木材の需給量が、人工林の炭素固定に与える影響についてGISを用いて定量化を行い、構造物の長寿命化の影響について環境資源勘定を用いてシナリオ分析した。

研究成果の概要（英文）：The study evaluated the influence of supply and demand of residential wood on the amounts of carbon fixation and CO2 absorption by forests. The residential wood occupies most of all wood demand. And we estimate future metabolism of wooden biomass using environmental resource accountings, especially material stock and flow accounting.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	100,000	30,000	130,000
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：土木環境システム

科研費の分科・細目：時限・バイオマスエネルギー

キーワード：マテリアルストック・フロー分析、マテリアルフロー分析、木質資源、地理情報システム、炭素固定、炭素ストック、バイオマスエネルギー、人工林ストック

## 1. 研究開始当初の背景

米国・中国について世界第3位(FAOSTAT, 2000)の木材輸入国である日本は、木材の利用に伴い引き起こされる輸入相手国および地球全体での環境インパクトに対して責任がある。安価な木材輸入による国内林業の疲弊は、放置林の増加につながり、人工林の持つ様々な環境機能が失われつつある。人工林のCO<sub>2</sub>固定機能は地球温暖化防止対策として期待されているが、京都議定書目標達成計画(閣議決定, 2005)では、国内の森林で炭素固定量を担保できるかどうか厳しい見解を示している。国内のスギ・ヒノキをはじめ

とする人工林に関しては、戦略的な利用促進施策が必要である。

カーボンプールやカーボンストックと呼ばれ木材を利用しつつ蓄積している木造住宅は、高度成長期に建築された住宅が次々と更新されている。建設リサイクル法に後押しされ、良質の木くずが解体現場から排出されるようになったため、全国各地で木くずを利用した発電施設が設置された。しかし、2008年現在、需要過多のため全国で木くずが不足しており、将来の需給バランスは不透明である。人工林の生長と建材の生産、それに伴う間伐材や木くずの発生、建築物解体後の廃木

材の発生、さらには熱・電気・燃料利用といったエネルギー回収性と経済的自立性を考慮した一元的な管理ツールを構築し、政策に反映することが必要である。

## 2. 研究の目的

木質資源の生産フェーズに関連して、GISと衛星リモートセンシングデータを用い、人工林ストックの賦存量の推計を行い、スギ・ヒノキの林分ごとの生長モデルと組み合わせることにより、人工林ストックの空間的増減モデルの構築を行う。木質資源の蓄積・利用・廃棄フェーズでは、3次元データを扱う地理情報システム（GIS）に時間軸を加えた4次元型GISを用い、木材を利用する建築物、インフラ、農業施設を対象に地域整備の空間的・時間的変化と物質・エネルギー代謝モデルの構築を行う。以上により、木質資源のフロー・ストック、エネルギー代謝、CO2排出削減・蓄積効果を明らかにする。また、動学的な資源循環を考慮した経済的波及効果モデルにより、木質資源循環システムの自立可能性を評価する。

これらのモデルを相互に連携させ、木質資源が「いつ」「どこで」「どれだけ」利用可能で「どのような手段で」活用すればよいか、上記のモデル分析を通じて明らかにする。

## 3. 研究の方法

まず日本全国における木材需給量を統計情報をもとに木材需給バランスと炭素固定量の把握を行う。木造住宅の平均寿命は現在は約40年といわれており、約40年後には現在の住宅のほとんどが建て変わると考えられる。そこで、2050年までの将来推計を行い、平均寿命を延長した住宅の導入による木材需給量と炭素固定量への影響を評価する。

次に、地理情報を考慮した木材供給量および炭素固定量の推計を行う。

日本全国の木材需給バランスの結果を用いて、木材供給量が多く、他の地域への木材移出を行える地域を選出する。選出した対象地域について、詳細な地理条件から木材需要面と木材供給面の双方でシナリオを設定し、日本全国における推計と同様に2050年までの木材需給量や炭素固定量の将来推計を行う（図1）。

さらに、木材供給能力と住宅寿命を考慮し、環境資源勘定体系を利用しつつ空間的にローカルな木質循環の持続可能性を検討した。

## 4. 研究成果

本年度の研究では、長寿命型住宅を導入したことによる木材需給量および炭素固定量への影響を、木材供給量と需要量の双方で地理情報を考慮しつつシナリオ分析を行った。

木材供給面では効率的な木材搬出を行え

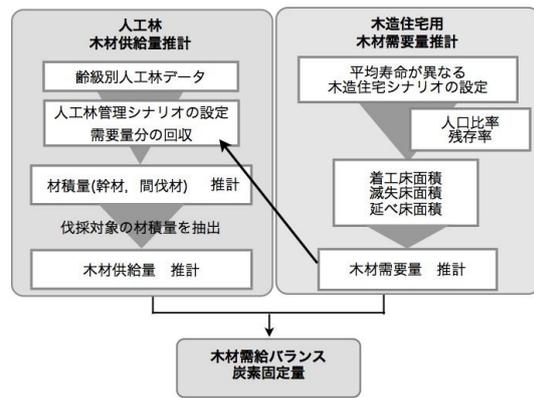


図1 木材需給と炭素固定の推計フレーム

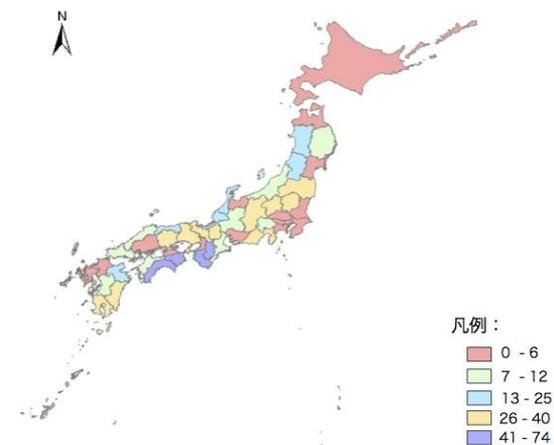


図2 2007年における木材需要に対する木材供給量の比

表1 シナリオ別木質資源勘定表（炭素換算）

期間	2007-2012	2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032	2032-2037	2037-2042	2042-2047	2047-2052
a) 現状維持									
期首ストック	498,113	544,431	579,711	607,902	629,763	645,243	655,548	662,269	667,286
成長量	56,623	48,641	41,486	35,099	28,792	23,657	19,915	17,457	15,252
減失量	10,305	13,361	13,296	13,238	13,311	13,352	13,194	22,439	81,072
伐採量	3,625	4,793	4,774	4,787	4,917	4,998	4,865	14,141	72,794
自然減失	6,680	8,568	8,522	8,451	8,394	8,354	8,329	8,298	8,278
住宅用	4,255	5,457	5,428	5,383	5,346	5,321	5,305	5,285	5,273
歩留まり	2,425	3,111	3,094	3,068	3,048	3,024	3,024	3,013	3,005
期末ストック	544,431	579,711	607,902	629,763	645,243	655,548	662,269	667,286	671,467
	(単位：千t-C)								
b) 平均寿命100年									
期首ストック	498,113	544,431	579,727	608,148	630,878	648,201	661,501	672,139	681,459
成長量	56,623	48,641	41,486	35,093	28,748	23,484	21,700	42,356	105,412
減失量	10,305	13,345	13,065	12,963	11,425	10,184	11,061	32,936	96,821
伐採量	3,625	4,787	4,693	4,482	4,249	3,784	5,390	27,903	92,098
自然減失	6,680	8,558	8,372	7,881	7,176	6,400	5,671	5,033	4,523
住宅用	4,255	5,451	5,332	5,020	4,571	4,076	3,612	3,206	2,881
歩留まり	2,425	3,107	3,040	2,861	2,605	2,324	2,059	1,827	1,642
期末ストック	544,431	579,727	608,148	630,878	648,201	661,501	672,139	681,459	690,250
	(単位：千t-C)								
c) 平均寿命200年									
期首ストック	498,113	543,309	577,232	604,471	626,295	642,959	655,774	666,362	676,227
成長量	56,623	48,655	41,655	35,425	29,156	24,017	20,148	34,927	98,346
減失量	11,427	14,733	14,416	13,601	12,502	11,203	9,560	25,062	88,666
伐採量	4,039	5,268	5,158	4,897	4,617	4,254	3,541	19,911	84,174
自然減失	7,388	9,465	9,258	8,704	7,885	6,949	6,019	5,151	4,392
住宅用	4,706	6,029	5,897	5,544	5,022	4,426	3,834	3,281	2,797
歩留まり	2,682	3,436	3,361	3,160	2,863	2,623	2,185	1,870	1,595
期末ストック	543,309	577,232	604,471	626,295	642,959	655,774	666,362	676,227	686,007
	(単位：千t-C)								

る地理条件の設定を行った。木材需要面では長寿命型住宅の導入と国産材により住宅用木材を賄うことを想定し、木材供給範囲を製材所との地理関係から設定を行った。本研究により得た知見を以下にまとめる。

- 1) 日本全国の人工林の需給バランスを検討し、木材に関する資源勘定表を作成し

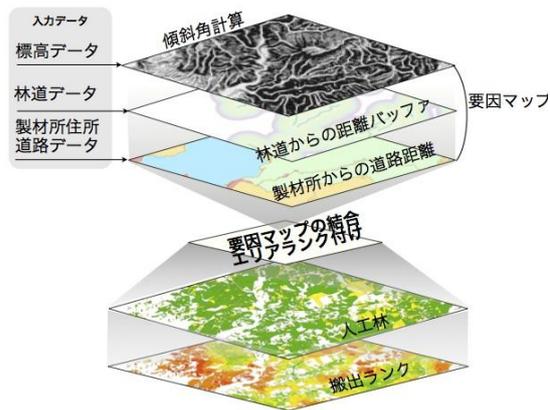


図3 木材供給時の搬出レベルの設定

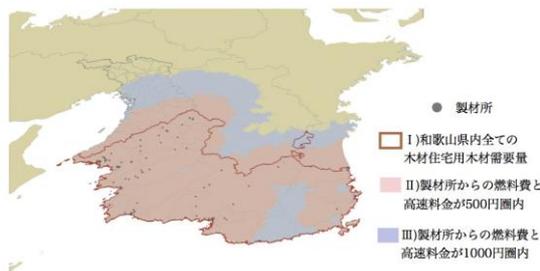


図4 和歌山県における供給可能エリア

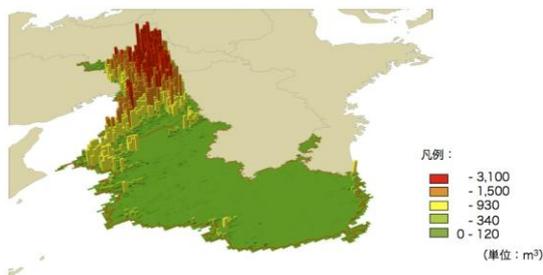


図5 大阪府・和歌山県の需要量メッシュ

た。図2に2007年における木材需要に対する木材供給量の比率を示す。また、表1に構造物のシナリオ別の木質資源勘定表(炭素換算)を示す。

- 2) 道路からの距離、傾斜角、製材所までの距離の3つの地理条件を考慮した木材供給量の推計を行うことが可能になり、和歌山県の人工林では木材供給が容易に行える人工林として全体の約60%の面積が設定された。図3に本研究で用いた木材供給時の搬出レベルの設定を示す。また、図4に和歌山県をケーススタディとした供給エリアの検証結果を示す。
- 3) 現在の住宅寿命が長寿命型住宅に置き換わることで木材需要量は約半分に減少する。そのため、木材供給余力は住宅の平均寿命を現状維持よりも延長することで大きくなり、持続的な木材供給が

可能になることが明らかとなった。図5にケーススタディ対象とした大阪府・和歌山県の木材需要量メッシュを示す。

- 4) 1年あたりに得られる炭素固定量は減少する。2006年から2050年までに得られる炭素固定量の累積は平均寿命を延長することで現状維持よりも多く得られることが明らかとなった。

## 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14件)

- ① 有川美穂, 妙中佐由理, 谷川寛樹, 木造住宅の寿命変化による木材需給と炭素固定量への影響に関する研究—地理情報を用いた和歌山県域でのケーススタディー, 環境システム研究論文集, 査読有, 29, 2011, 513-522
- ② 平川隆之, 黒岩史, 鬼頭祐介, 田中健介, 谷川寛樹, 東日本大震災により失った建設ストックの推計, 日本LCA学会誌, 査読有, 7-4, 2011, 374-378
- ③ Xin Tian, Feng Shi, Miao Chang, Hiroki Tanikawa, Hidefumi Imura Evaluation of Carbon Footprint in China: A Regional Analysis Under Consumption-Based Carbon Emission Measurement, Proceedings of the Thirteenth International Summer Symposium, JSCE, 査読有, 13, 2011, 317-320
- ④ 奥岡桂次郎, 大西暁生, 白川博章, 東修, 谷川寛樹, 井村秀文, 都市圏における人口配分と二酸化炭素排出構造の関係, 環境システム研究論文集, 査読有, 38, 2010, 277-288
- ⑤ 谷川寛樹, 山末英嗣, 稲津亮, 前新将, 4D-GISを用いた都市重量の変化と建設資材のTMR指標によるリサイクル性に関する研究, 環境システム研究論文集, 査読有, 38, 2010, 413-419
- ⑥ Jinling Fei, Hiroki Tanikawa, Tao Huang, Sradhanjali Mohanty, Hidefumi Imura, Analysis on Evolution Tendency of Urban Energy System Structure in Shanghai City, 12th International Summer Symposium, JSCE, 査読有, 12, 2010, 331-334
- ⑦ 谷川寛樹, 大西暁生, 高平洋祐, 橋本征二, 東修, 白川博章, 井村秀文, “ストック型”かつ“低炭素型”社会へ向けた都市構造物の物質・エネルギー消費の4Dマッピング: 名古屋市の建築物を対象としたケーススタディ, 日本LCA学会誌, 査読有, 6, 2010, 92-101
- ⑧ Hiroki Tanikawa, Seiji Hashimoto, Urban stock over time: spatial material stock

analysis using 4d-GIS, Building Research & Information, 査読有, 37, 483-502

- ⑨ Seiji Hashimoto, Hiroki Tanikawa, Yuichi Moriguchi, Framework for estimating potential wastes and secondary resources accumulated within an economy - A case study of construction minerals in Japan, Waste Management, 査読有, 29, 2009, 2859-2866
- ⑩ 稲津 亮, 谷川 寛樹, 大西 暁生, 東 修, 石 峰, 井村 秀文, 複数年の空間情報を用いた都市重量の変化に関する研究 - 建築物・道路を対象とした和歌山市中心部でのケーススタディ-, 環境情報科学論文集, 査読有, 23, 2009, 89-94
- ⑪ 長岡耕平, 谷川寛樹, 吉田登, 東修, 大西暁生, 石峰, 井村秀文, 全国都道府県・政令都市における建設資材ストックの集積・分布傾向に関する研究, 環境情報科学論文集, 査読有, 23, 2009, 83-88
- ⑫ 佐藤雅俊, 吉田登, 谷川寛樹, 産業廃棄物における広域移動マイレージの経年変化構造とマイレージ削減可能性の分析 - 主要7種類に対する考察と汚泥, 木くずを対象とした詳細分析 -
- ⑬ 寺南智弘, 谷川寛樹, 深堀秀敏 4d-GISによる用途地域変更を考慮した建築物耐用年数の推計, 土木学会環境システム研究論文集, 査読有, 37, 2009, 221-226
- ⑭ 長岡耕平, 稲津亮, 東岸芳浩, 谷川寛樹, 橋本征二, 全国の都道府県における地上と地下のマテリアルストック推計に関する研究, 土木学会環境システム研究論文集, 査読有, 37, 2009, 213-220

[学会発表] (計 24 件, 抜粋)

- ① 有川美穂, 韓驥, 白川博章, 谷川寛樹, 木造住宅の寿命変化による木材需給と炭素固定量への影響に関する空間分析 - 和歌山県の人工林を対象としたケーススタディ-, 平成 23 年度土木学会中部支部研究発表会, 2012.3.8
- ② 有川美穂, 韓驥, 白川博章, 谷川寛樹, 人工林管理と木造住宅の炭素固定効果の空間分析, 第 8 回環境情報科学ポスターセッション, 2011.11.28
- ③ Hiroki Tanikawa, Weight of City overtime - Spatial Material Stock Analysis using 4d-GIS -, 2011 ISIE Conference, 2011.6.7-10, Univ. of Berkley, U.S.
- ④ Hiroki Tanikawa, Material Stock Analysis of Building and Infrastructure, ISIE Island Industrial Ecology Meeting, 2011.1.6-9, Hawaii, U.S.
- ⑤ Hiroki Tanikawa, Takayuki Hirakawa, Seiji Hashimoto, Akio Onishi, Heinz

Schandl and Hidefumi Imura, Sustainable urban metabolism scenarios for Japanese cities : A material stock analysis based on a four-dimensional GIS model, 2010 Gordon Conference on Industrial Ecology, 2010.7.11, New London, U.S.

- ⑥ 河村直幸, 長岡耕平, 奥岡桂次郎, 大西暁生, 東修, 谷川寛樹, 井村秀文, 全国都道府県における社会経済構造の変化とマテリアルストックとの相関性に関する研究, 第 23 回環境研究発表会, 環境情報科学, vol.39-1, pp.122~123, 2010.03
- ⑦ 奥岡桂次郎, 大西暁生, 高島健志, 平野勇二郎, 白川博章, 谷川寛樹, 井村秀文, 都市の空間配置と二酸化炭素排出構造の関係に関する研究, 第 23 回環境研究発表会, 環境情報科学, vol.38-1, pp.136~137, 2010.03
- ⑧ H Tanikawa, Y Tohghishi, R Inadu, S Taenaka, S Hashimoto, A Onishi, O Higashi, H Imura, Spatial Material Stock Analysis On urban buildings and infrastructures using 4d-GIS Database, Proceedings of International Symposium "Realizing Low Carbon Cities: Bridging Science and Policy" and "International Workshop "Towards Low Carbon Cities: Understanding and Analyzing Urban Energy and Carbon", 2009/06, Nagoya

[図書] 特になし

[産業財産権] 特になし

[その他]

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/ensap758/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷川寛樹 (TANIKAWA HIROKI)

名古屋大学大学院環境学研究科・教授

研究者番号: 90304188

(2) 研究分担者

橋本征二 (HASHIMOTO SEIJI)

立命館大学理工学部・教授

研究者番号: 30353543

松八重一代 (MATSUBAE KAZUYO)

東北大学大学院環境科学研究科・准教授

研究者番号: 50374997

加河茂美 (KAGAWA SHIGEMI)

九州大学大学院経済学研究院・准教授

研究者番号: 20353534

(3) 連携研究者なし