

地理空間情報を用いた林地残材を含む 齢級別木材資源量の推計 —木曽川流域におけるケーススタディ—

山下 奈穂¹・奥岡 桂次郎²・谷川 寛樹³

¹学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 学生 (〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町 D2-1(501))

E-mail: yamashita.naho@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 助教 (〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町 D2-1(501))

E-mail: okuoka@nagoya-u.jp

³正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 教授 (〒464-8601 愛知県名古屋市中種区不老町 D2-1(501))

E-mail: tanikawa@nagoya-u.jp

低炭素社会の実現には、炭素固定・吸収機能を持つ森林を適切に管理する必要がある。その際、木材の供給に伴い発生する枝葉や末木、根株などの林地に放置される未利用資源の扱いが課題であった。林地残材の今後の活用を考える上で、地理情報を用いた資源分布の把握が有用である。本研究は、西園ら(2003)による未利用バイオマス予測表をもとに、木曽川流域を対象に林地残材を含む木材資源量の推計及び分布の把握を行う。推計結果より、2050年に2,834万t、2100年に3,172万tの林地残材が森林に存在し、その多くは域内の北東部に集中することが明らかになった。これらは将来の木材需要増に伴い発生する可能性がある林地残材の潜在量であり、未利用資源の効率的利用は喫緊の課題であることが示された。

Key Words : low carbon society, logging waste, unused resources, forest biomass yield table, GIS

1. はじめに

日本の国土の約7割は森林であり、木材生産をはじめとする森林の持つ多様な機能は私たちの生活を支えている。特に、森林の炭素固定・吸収機能は低炭素社会の実現に重要である。戦後日本で急激に拡大造成された人工林では、炭素蓄積量が増加し続ける一方で、林業などの採算性の低下や高齢化をはじめする社会的要因から適切な管理が滞り、森林の持つ機能が十分に発揮されなくなっている。

森林の炭素固定・吸収機能は若齢林において活発であり、成熟するに伴ってその効果が得られにくくなる。本来であれば、成熟した森林から順に木材を収穫し、そこに新しく植林された木が炭素を吸収しながら成長・成熟し、再び収穫されるというサイクルが望ましい。樹木を5年ごと齢によって分けた階級を齢級と呼ぶが、日本では、炭素吸収機能が低下している13齢級以上の成熟した森林の割合が高く、効率的な伐採・利用システムの促進は喫緊の課題である。炭素固定・吸収機能を十分に発揮させるためには、適切な森林経営によって若齢林と老齢

林のバランスを保ち、積極的に炭素循環を促す必要がある。従って、木材資源量を把握する上でも、森林の総量を把握するだけでなく、齢級による詳細化を行うことが望ましい。

国内における木材総需要量の約4割は建築物用であるが、現状では国産材のシェアは約3割に留まっている。近年、コンクリートや鉄などの他資材からの代替によって、国産材の需要拡大・利用促進を見込む施策が図られている。木材を住宅や社会基盤などの長期的な用途に利用することは、森林の持つ炭素固定機能の観点から、二酸化炭素を社会に固定する重要な役割を果たす。平成22年には、国土交通省によって「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、森林の適正な整備及び林業の持続可能な発展への寄与を目的に、木材の利用促進が図られた¹⁾。木材を積極的に利用することで、森林における木材資源量を調整すると同時に、都市部の炭素固定量を増加させる目的がある。具体的には、国・地方公共団体などが整備する公共性の高い建築物について、国の基本方針に基づき木材利用の推進を行うことが定められた。また、建築物に限らず公共施設の柵や

ガードレール、高速道路の遮音壁などの公共性の高い工作物についても木材の利用を促している。

木材の積極的な利用に際して、現在課題となっているのが林地残材の存在である。林地残材とは一般に、伐採跡地に散在し、放置されている枝葉や末木を指す²⁾。林地残材は木材の利用が盛んになるほど多く発生するが、商品価値に対し収集・運搬コストが高いため、ほとんど利用されていない。平成22年の農林水産省の報告書によると、日本全体で約2,000万m³の未利用材が存在していると概算されているが、その詳細については明らかではない⁴⁾。林地残材は、木質系バイオマスとして燃料や助燃材に使われ、他のバイオマスと比べても不純物が少ないクリーンエネルギーとして有望視されている。林地残材の賦存量及び将来発生量の分布を把握することは、現状放置されている潜在的な資源を有効に利用するのに役立つ。林地残材を含む木材の効率的な搬出・輸送システムを確立するためには、樹種や齢級、分布を考慮した資源量を把握する必要がある。

地理情報システム(GIS)を用いた木材資源量の推計については、瀧ら(2015)が秋田スギを対象に供給・利用可能な資源量を明らかにしている⁵⁾。しかしこれは、8齢級から12齢級のスギ人工林のみを対象としていることや、直径5cm及び地上高1.2m以下の部位を一律でD材とみなしていることから、林地残材の用途や輸送を加味した詳細化が不十分である。林地残材に関する既往研究では、久保山ら(2014)が岩手県遠野市を対象に林業・林産バイオマスの把握を行っており、対象市におけるバイオマス資源発生量及びその利用可能性について論じている⁶⁾。しかしここでは、木材の収集及び取引の範囲が限られている。実際の木材取引では、都市などの需要地点と供給地点である森林部は離れており、より広域な循環圏を想定して資源を把握する必要がある。

そこで本研究では、林地残材を含む木材資源量の把握のため、GISを用いた資源分布の把握及び将来発生量の予測を行う。対象地域は、長野県・岐阜県・愛知県・三重県の4県のうち木曽川水系である木曽川、長良川、揖斐川の流域に位置する市町村を選定する(図-1)。流域は行政区による区分けとは異なり、生物多様性を考慮した自然発生の水循環の単位である。森林資源が河川の上流地域で生産され、下流地域で消費されるという木材のライフサイクルの特徴を踏まえ、資源循環の観点から適切な地形的枠組みとして採用することとする。木曽川流域には、名古屋市に代表されるような需要の発生が見込まれる都市部と、大量の木材資源を抱える経済等が不十分な山間部の両方が存在する。木材資源量について、大都市圏での木材需給動向を空間的に把握することで、今後他の大都市圏の木材利用を促進するパイロットケースとなりうる。



図-1 対象地域の選定

2. 推計方法

木曽川流域に属する長野県・岐阜県・愛知県・三重県の市町村ごとに、齢級別木材資源の賦存量及び将来発生予測量を推計する。農林水産省統計情報部の農林業センサス¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾から、2000年の樹林地面積を基準に5年ごと、2100年までを対象とした。

齢級別木材資源量の推計にあたり、木造住宅用木材需要に応じた木材を森林から供給すると仮定する。この際、供給は域内の森林から優先的に回収するとし、不足した分を最も近い距離にある他の市町村から補うとする。また、木材の利用を促すような施策の実行によって、将来の需要量に変化が生じる可能性があるが、本研究では木材需要を現状レベルのまま維持した場合のシナリオを採用する。

林地残材の賦存量について、久保山ら(2004)の未利用バイオマス予測表を用いて、齢級別木材資源量より推計を行なった。各市町村における林地残材の賦存量について、搬出・輸送にかかる負担が大きいことから、どこにどれだけの資源が存在するのか、GISを用いてその分布を示す。

(1) 齢級別木材資源量推計

対象とする人工林・天然林は国有以外の林野である民有(緑資源公団、交有、私有からなる)のもののみを対象とし、樹種別樹林地面積よりスギ・ヒノキの占める割合を算出、計上した。森林から搬出される木材の量は、木造住宅用の需要量に対応する。木造住宅用の木材需要量を求めるにあたって、市町村データベースよりコーホート要因法を用いて人口の将来推計を行う。推計された人口密度より、世帯構成員・一世帯あたり延べ床面積から、建築物の延べ床面積需要量を推計する。さらに、建築物

の耐用年数から5年ごとの建築物解体量を推計し、建築物延べ床面積の残存量から需要量を満たすように算出した建築物着工量に構造ごとの資材投入原単位を乗じ、それに丸太換算率1.57を掛け合わせることで木材需要量を求める。この際、木造住宅の需要は2100年まで現状の傾向を維持するとし、木造住宅の耐用年数は小松ら(1992)の木造住宅平均耐用年数39年を採用することとする。なお、これらの需要量は全て対象の市町村ごとに推計する。

木材の供給について、木材需要量に応じた森林管理計画に沿って推計した材積量を供給可能量とする。この際、供給は域内の森林から優先的に回収するとし、不足した分を最も近い距離にある他の市町村から補うとする。ここでは、木材として十分な質を持つ9齢級以上の森林を他地域と取引可能と設定する。なお、市町村間の距離についてはGIS上で得られる各市町村の役場の座標間直線距離を採用する。対象の森林からは、前述の木材需要量に対応した供給量を、成熟した老齢林から順に回収していくとし、回収された面積分は植林すると仮定する。1齢級から3齢級の森林は十分な質の木材を提供できないことから、供給は不可とする。

材積量は以下の式(1)のように算出される。

$$V = \sum_{m,j} A_{m,j} * v_{m,j} \quad (1)$$

なお、V:材積(m³)、A:面積(ha)、v:単位面積当たり材積(m³/ha)、m:齢級、j:樹種とする。

対象地域である木曽川流域における供給量は、同域内全体の需要量と等しいとし、各市町村における5年ごとの材積量を算出することで、需要量との差分を求め、その差分を供給可能量とした。

(2) 未利用バイオマス予測表

前述した方法によって求められた齢級別木材資源量について、久保山ら(2004)による未利用バイオマス予測表をもとに林地残材の賦存量を推計する。予測表は水分量を全乾重で除した含水率を考慮した重量で扱い、森林伐採に伴い発生する「林業バイオマス」と、木材加工に伴い発生する「林産バイオマス」に分類される。林業バイオマスには根株、根曲り不適材、幹曲がり不適材、末木、小径木、枝、葉量が分類され、林産バイオマスは木材加工の過程で発生するパーク、チップ、鋸屑・端材が分類される。これらについて、各市町村における林地残材の賦存量を推計する。

(3) 地理空間情報を用いた齢級別林地残材分布の把握

未利用バイオマス予測表によって得られた林地残材賦存量について、市町村ごとの総量の把握は可能である。しかしながら、林地での散在性や体積が大きいことによる搬出の難しさから、林地残材の有効利用が困難となっ

ているのは前述した通りである。そこで、どこにどれだけの資源量が存在するのか、林地残材の分布を地図上で把握する必要がある。本研究では、(株)ESRIジャパンによるArcGIS10.4を用いて、国土数値情報が提供する全国市町村界データ、市町村役場等、及び公的集会施設データを使用し、林地残材の分布を把握する。なお、未利用バイオマス予測表のうち、林産バイオマスについては既に市内の製材所に運ばれ、加工の際に生じるものであることから、本研究では林業バイオマスとは分けて扱うこととする。

3. 推計結果及び考察

(1) 齢級別木材資源量

木曽川流域に属する市町村の齢級別森林面積の賦存量及び2100年までの将来予測を図-2に示す。森林面積は2000年に41.6万ha、2020年に35.3万ha、2050年に47.8万ha、2100年には60.5万haになることが示された。齢級別森林面積では、2050年において3齢級以下が21.2万ha、4齢级以上8齢級以下が16.6万ha、9齢级以上12齢級以下が15.7万ha、13齢级以上が14.1万haであった。2100年になると、齢級以下が0.88万ha、4齢级以上8齢級以下が3.8万ha、9齢级以上12齢級以下が3.9万ha、13齢级以上が52.0万haに推移した。着工量の増加が見込まれる2020年までは木材の需要が高いために森林面積が減少するが、人口の減少に伴い2020年以後は森林面積が次第に増大していく傾向があることが明らかになった。特に、2100年には13齢級以上の森林の割合が89%と高くなり、森林全体の老齢化が進むことが明らかになった(図-3)。

(2) 林地残材賦存量

未利用バイオマス予測表から、齢級別木材資源量と同様に林地残材の賦存量及び将来予測をコーホートに基づき5年ごとに図-4に示す。林地残材は2000年に2,086万t、2020年に2,213万t、2050年に2,759万t、2100年には3,072万t存在することが明らかになった。推計の結果、林地残材は2005年以後、2100年まで増加傾向を示し、その量は3,000万tまで増加することが明らかになった。これは、今後木材利用促進による需要増加によって、木材の供給に伴い発生する可能性のある林地残材の潜在量を示している。従って、木材の利用促進を図る上で、供給に伴い発生する林地残材の効率的な利用先を検討することが重要であり、将来の利用促進により有効な炭素利用が可能となることが示唆される。

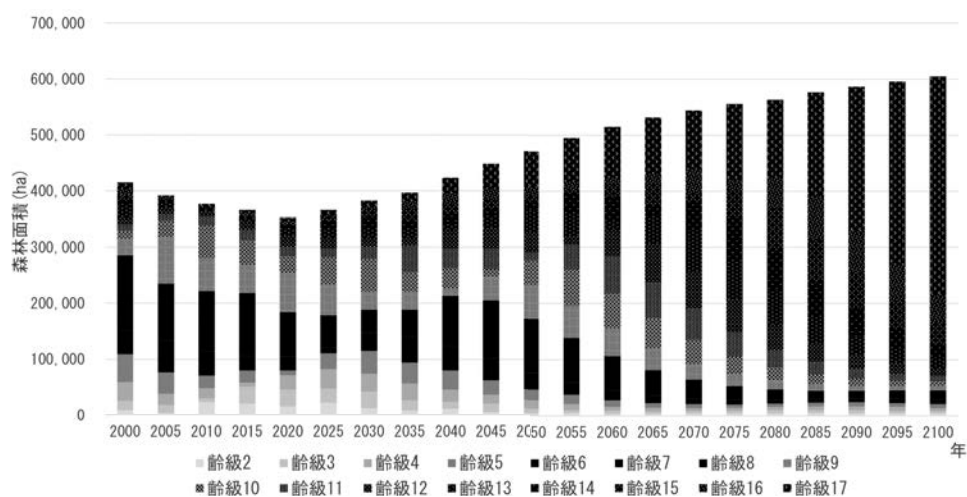


圖-2 木曽川流域森林面積推計

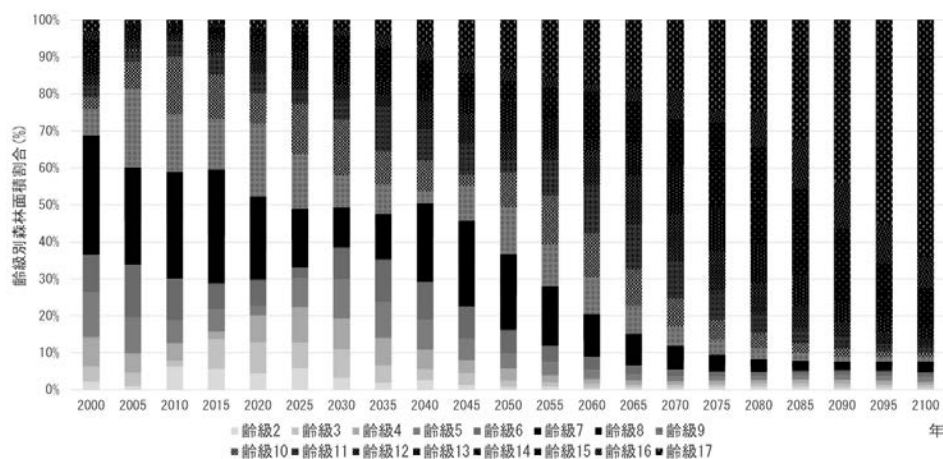


圖-3 木曽川流域齡級別森林面積割合

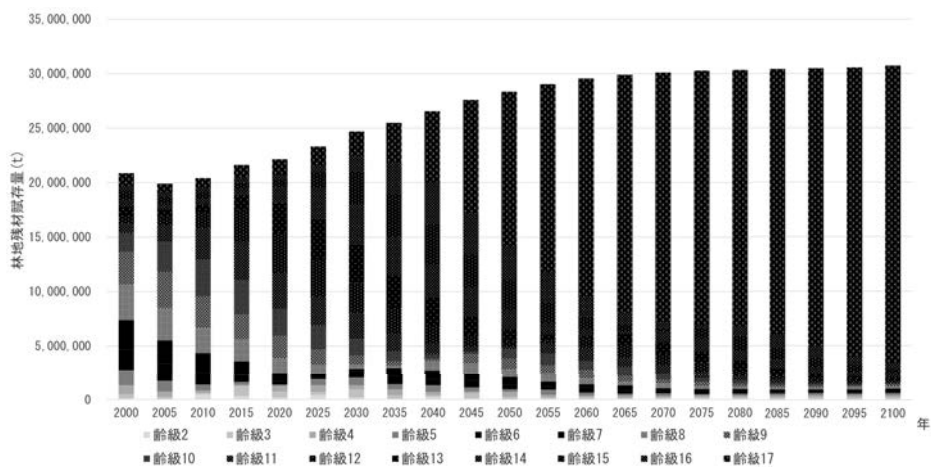


圖-4 木曽川流域林地殘材賦存量

(3) 林地残材の分布把握

林地残材の賦存量に関して、2000年、2020年、2050年、2100年の4か年を対象に分布を示した。森林に放置されることの多い林業バイオマスと、市内に運ばれ製材加工の工程で発生する林産バイオマスには、輸送の面において性格の違いがあるが、本稿では両者を同一に扱うとして作成した。

2000年(図-5)、2020年(図-6)、2050年(図-7)、2100年(図-8)の域内における林地残材の分布図から、いずれの年度においても木曽川中流以北の山間部に多く賦存量があることが示され、2100年に向けて南北方面にその賦存量が増加することが明らかになった。山間部では急勾配の斜面や、狭い林道等により、幹線道路への資源搬出が困難であるが、山間部において豊富な資源量が確認されたことから、大規模集積システムの構築が効率的な輸送に貢献すると示唆された。

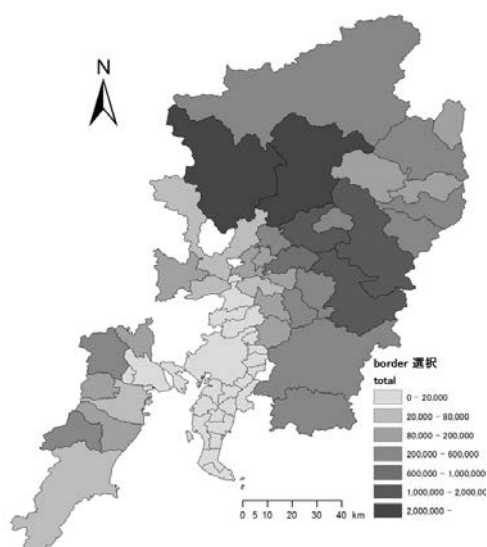


図-5 2000年林業・林産バイオマス賦存量分布

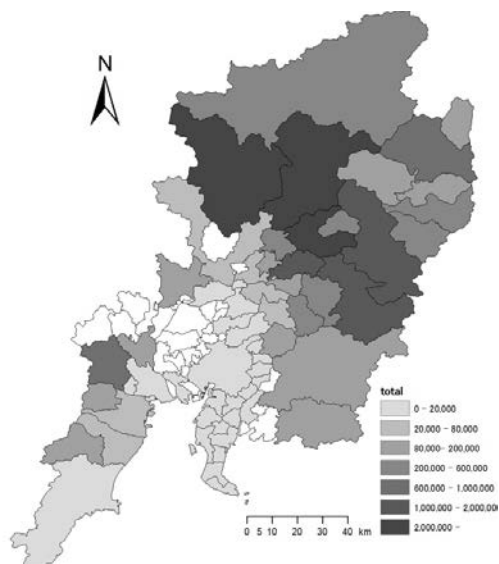


図-7 2050年林業・林産バイオマス賦存量分布

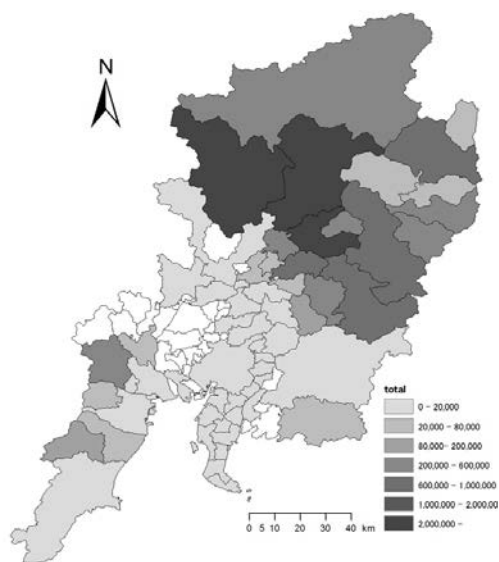


図-6 2020年林業・林産バイオマス賦存量分布

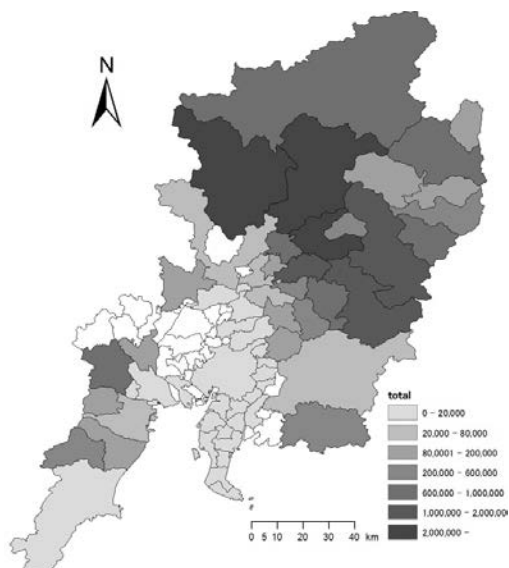


図-8 2100年林業・林産バイオマス賦存量分布

5. まとめ

本研究では、木曽川流域における林地残材を含む木材資源量の把握を行った。特に、森林からの搬出が課題となっている林地残材について、賦存量の将来予測及び分布の把握を行った。

その結果、対象地域の森林面積は2020年に35万3,075ha、2050年に47万808ha、2100年には60万4,842haになり、2020年に2,213万t、2050年に2,759万t、2100年には3,072万tの林地残材が見込まれることが示された。林地残材は木曽川中流以北の山間部に多く賦存し、2100年に向けて南北方面に増加することが明らかになった。

今後の課題として、需要と供給のマッチングを踏まえた効率的な輸送システムの提案が必要である。本研究では森林側、つまり供給側の資源量が明らかになったが、実際にはその利用先である需要の発生地点との取引を踏まえた公立的な輸送を行うのが望ましく、木材を搬出する際に課題となる斜度などの“搬出しやすさ”を加味する必要がある。また、木材の需要量について現状を維持することを想定して将来予測を行ったが、冒頭で述べたような木材利用促進の施策の効果を鑑み、将来的な需要増を踏まえたシナリオの導入を検討する必要がある。

謝辞：本研究の一部は、環境省・環境研究総合推進費(2-1711)、第IV期環境経済・政策研究、及び環境研究総合推進費補助金(3K163011)の助成を受けて行われたものである。ここに感謝の意を記す。

参考文献

- 1) 林野庁：逐次解説 公共建築物等木材利用促進法公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律、2010
- 2) 林業改良普及双書：林地残材を集めるしくみ、pp.14, 2016
- 3) 日本エネルギー学会：バイオマスハンドブック、pp.422, 2002
- 4) 農林水産省：バイオマス活用基本計画、pp.1-28, 2010
- 5) 瀧誠志郎、高田克彦：マーケットインを志向した資源管理手法の構築—GIS 支援による秋田スギ(*Cryptomeria japonica* D.Don)人工林における供給・利用可能な資源量の推定—、日林誌、Vol.97, pp.282-289, 2015
- 6) 久保山裕史、西園朋広、家原敏郎、奥田裕規：林業・林産バイオマスのエネルギー利用の可能性について—岩手県遠野市を事例として—、日林誌、Vol.86(2), pp.112-120, 2004
- 7) 小松幸夫、加藤裕久、吉田俤郎、野城智也：我が国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告 1987 年固定資産台帳に基づく推計、No.439, pp.101-110, 1992
- 8) 西園朋広、上原敏郎、久保山裕史、福田未来：岩手県遠野地域における未利用バイオマス予測表の作成、pp.251, 2003
- 9) 家原敏郎・福田未来・宮本麻子・栗屋善雄、西園朋広、田中国宏：我が国における木質系バイオマス資源のポテンシャル評価、pp.17-27, 2003
- 10) 農林水産省統計情報部：2000 年世界農林業センサス第1巻長野県統計書(林業編)、2002
- 11) 農林水産省統計情報部：2000 年世界農林業センサス第1巻岐阜県統計書(林業編)、2002
- 12) 農林水産省統計情報部：2000 年世界農林業センサス第1巻愛知県統計書(林業編)、2002
- 13) 農林水産省統計情報部：2000 年世界農林業センサス第1巻三重県統計書(林業編)、2002

(2018.8.24 受付)

A GIS Estimation of Wood Resources Including Logging Waste in Kiso basin Area

Naho YAMASHITA, Keijiro OKUOKA and Hiroki TANIKAWA

Forests have many functions represented by functions of carbon fixation and absorption. It is very important to maintain these functions for low carbon society. To keep these functions effective, it is necessary to manage forests by logging properly. However, how to utilize unused resources like branches, leaves and roots left in forests is an important issue to be addressed. Building regional recycling and symbiosis in consideration of distribution and transportation of logging waste can be useful for future use of wood resources. In this paper, we refer to forest biomass yield table of Tono district made by Nishizono(2003) and estimate potential weight of logging waste in Kiso basin area from each growth model of different ages. According to the result of estimation by this model, we found that there will be 28 million tons of logging waste in 2050 and 31 million tons of that in 2100 according to the scenario of the status quo. Also, we found that there seem to be many logging wastes in the north-east mountain areas and they are expected to expand to north and south directions. Effective use of unused resources is one of the pressing problems. By grasping spacial distribution of logging waste based on GIS data, it seems to contribute to build an optimal transportation system of logging waste.