

栃木県における森林施業履歴を用いた用材と林地残材の発生量と 収穫可能量推定

Estimating supply potentials and available amounts of timber and logging residues using forest management records in Tochigi prefecture

有賀 一広¹, 上村 僚¹, 小野 新¹

Kazuhiro ARUGA¹, Ryo UEMURA¹, and Arata ONO¹

¹ 宇都宮大学農学部森林科学科 〒 321-8505 宇都宮市峰町 350

Department of Forest Science, School of Agriculture, Utsunomiya University,

350 Mine-machi, Utsunomiya, 321-8505, Japan

1. はじめに

栃木県では 2008 年より「とちぎの元気な森づくり県民税事業」が始まり、その中の「奥山林整備事業」により切捨間伐が推進されている。この事業では公益的機能の発揮のために切捨間伐が行われているものの、多くのバイオマス資源が林内に放置されている。それらを利用するバイオマス発電では、現在、電力の固定価格買取制度 (FIT) により林地残材を利用し発電した電力は高値で買い取られるため、林地残材の需要が高まっている。山口ら (2013) は 2008 年の施業履歴を利用し、栃木県の民有林における林地残材の収穫可能モデルを作成した。本研究では奥山林整備事業開始年である 2008 年前後、6 年間となる 2005 ~ 2010 年を対象年度とし、栃木県の林地残材発生量、収穫可能量について、年度ごとに変化のある伐採量や施業区分による影響を試算・分析した。

2. データ

解析に使用したデータは、栃木県庁より、2005 ~ 2010 年度の森林簿 (小班面積, 林齢, 樹種, 蓄積), 2005 ~ 2011 年度の施業履歴 (間伐実績, 植え付け実績, 伐採率, 搬出の有無), 林道・作業道位置, 小班界 (森林計画図) のシェイプデータ, 国土地理院発行の数値地図より, 10m の数値標高モデル (DEM), 道路データを入手した。なお, 間伐施業履歴は 2005 ~ 2010 年度, および主伐は翌年度植付作業が行われた箇所で行われ

たと仮定して, 2006 ~ 2011 年度の植え付け施業履歴を使用した。

対象年度である 2005 ~ 2006 年度の森林簿に関しては, その前に栃木県全体で大規模な市町村合併が行われたため地番コードが更新しきっておらず, データ整備の過程で施業履歴とのリンク数がほかの年度より大きく減少した。市町村合併による地番コードの更新が完了したと考えられる 2008 年度の森林簿とリンク付を行ったところ, リンク数の割合は他の年度と大きな差が見られなかったため, 材積の年成長量を使用し, 2005 ~ 2006 年度は 2008 年度から材積成長分を年度分減らし使用した。

また, 森林簿には, Keycode は地番が正しく並べられたコードであっても, MapKeycode は全く別の地番で作成されたコードに置き換わっている小班が存在した。このような状態のまま GIS に取り込み, 小班界にリンクすると, 正しい情報が付加されず, 全く違う小班の情報がリンクする可能性があるため, このような小班は予め削除した。表-1 に元データ数及び, Keycode と MapKeycode が一致, 不一致だった小班数を示す。

森林簿・施業履歴統合データベースを GIS 上に取り込み, 小班界のベクターデータに MapKeycode をキーとしてリンク付けする。小班界のベクターデータに関しては県が毎年枝番と一部地域ごとに地図データの更新を行っており, 単年度のデータとリンク付を行うと

表-1 年度別データ数

	元データ数	一致	不一致	不一致割合
2005 年	477,284	471,754	5,530	1.16%
2006 年	477,284	471,754	5,530	1.16%
2007 年	477,347	471,705	5,642	1.18%
2008 年	477,284	471,754	5,530	1.16%
2009 年	477,092	471,579	5,513	1.16%
2010 年	477,291	471,780	5,511	1.15%

表-2 施業履歴年度別リレーション小班データ

施業履歴年度	小班データ更新年度	小班数	一致した小班数	一致した割合 (%)
2005	2009	6,240	5,479	87.80
2006	2009	7,645	6,900	90.26
2007	2009	8,091	7,202	89.01
2008	2009	8,579	7,748	90.31
2009	2010	10,951	9,754	89.07
2010	2010	13,607	13,173	96.81

地図データの年度よりも新しい年度や、古い年度の森林簿でリンク数が減少することが考えられたため、各年度の更新された小班界データとリンク付けを行い、リンク数の最も多いものを採用した。表-2 に施業履歴ごとに採用した小班データ更新年度とその一致数を示す。

3. 発生量と収穫可能量の推定

3.1 発生量

栃木県での 2005 ～ 2010 年の施業区分ごとの分布図を図-1 に、施業数、面積、用材および残材発生量を図-2 ～ 5 に示す。奥山林整備事業が開始される以前の 2005 ～ 2007 年では切捨間伐は年間施業数 2,967 件 ～ 4,293 件に対し、事業開始後の 2008 年以降から増加傾向がみられ 2010 年には 9,987 件の切捨間伐が行われた。それに伴って残材発生量も大きく増加し事業以前の年間 200,000t 以下から 2010 年には 437,195t の残材が発生した。利用間伐に関しては事業前後で大きな差はないものの、2007 年に施業件数が 3,699 件とその他の年度より 1,000 件近く多く面積、用材発生量、残材発生量ともにほかの年度より割合が高かった。なお、山口ら (2013) では主伐 (皆伐) 材積総量を用いて補正を行っているが本研究では推定データをそのまま掲載する。

3.2 収穫可能量

用材価格はヒノキを 20,000 円 /m³、スギおよびその他樹種を 10,000 円 /m³ と設定し、用材による収入を算出する。スギ・ヒノキ以外の樹種の価格については、施業実施林分の面積のうち 97% がスギ・ヒノキ林分であり、その他の樹種が 3% と小面積であることから、細かく設定はせず、林野庁 (2010) のカラマツの平均価格が 10,000 円 /m³ であることや、宮島 (1988) での

広葉樹材平均単価が 15,000 円 /m³ 前後で推移していることから、スギと同じ 10,000 円 /m³ とした。また、林地残材の買取価格をパルプ材の価格などを参考に 3,000 円 /t、補助金、地域通貨 (日本林業調査会 2011a) などによる上乗せを考慮して 6,000 円 /t、また、電力固定価格買取制度の検討状況 (日本林業調査会 2011b)などを参考に 10,000 円 /t と設定し、林地残材による収入を算出した。用材と林地残材の収入と収穫費用の合計で収支比較を小班ごとに行い、収支プラスとなる小班からの用材および林地残材発生量を用材および林地残材収穫可能量とした (図-6 ～ 9)。

買取価格 3,000 円 /t の場合、収穫可能量は約 1,000 ～ 2,000t で主に主伐から収穫が行われる。利用間伐からの収穫は多い年度でも 2010 年度の 408t であったが、宇都宮市森林組合管内からは全年度で収穫可能となる小班がみられた。一方、全年度で切捨間伐からの収穫はなかった。買取価格 6,000 円 /t で収穫可能量は約 2,500 ～ 4,500t まで増加した。これは主伐において、たかは

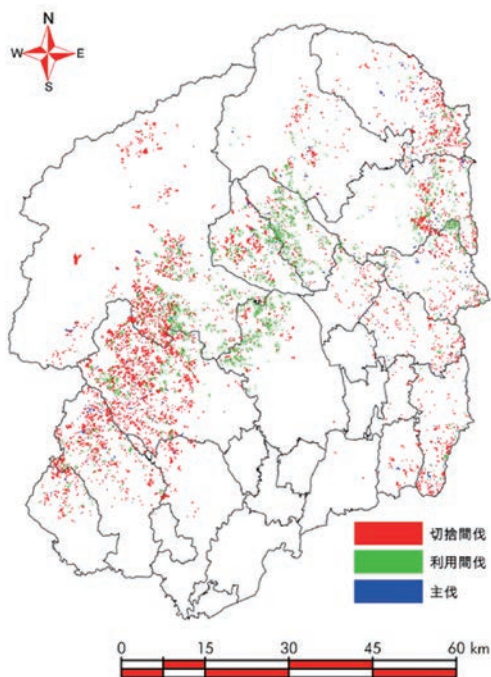


図-1 施業区分分布図

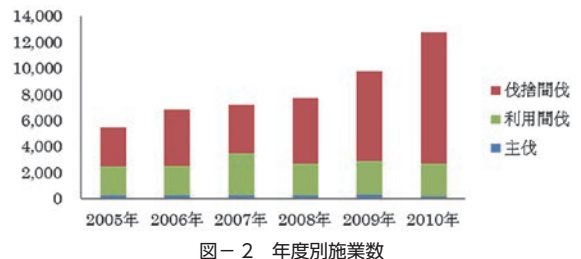


図-2 年度別施業数

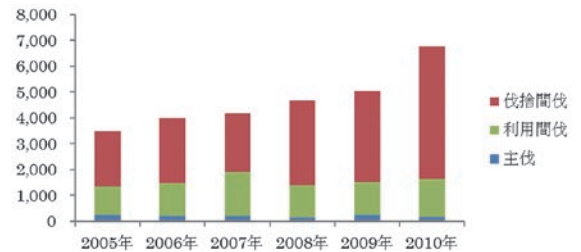


図-3 年度別面積 (ha)

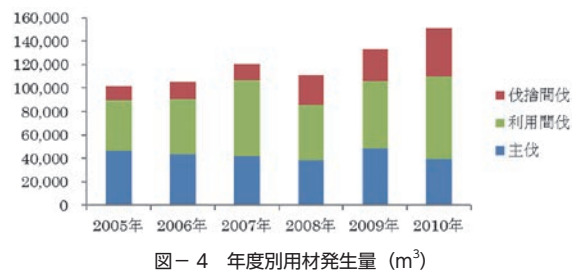


図-4 年度別用材発生量 (m³)

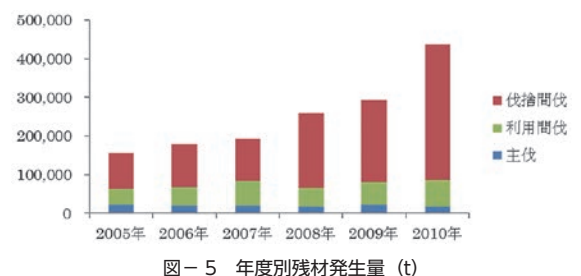


図-5 年度別残材発生量 (t)

ら森林組合管内からの収穫可能量が大幅に増加したこと、利用間伐においては、3,000円/tの場合は宇都宮市森林組合管内を中心に収穫可能となっていたのに対して、たかはら森林組合管内その他の地域からも収穫可能小班が現れたためである。買取価格10,000円/tの場合では、主伐、利用間伐共に6,000円/tの約2倍まで増加がみられた。また、全年度で伐捨間伐からも収穫可能小班がみられたが、2005～2008年度までの収穫可能量は年間200t以下と少なかった。2009年度では794t、2010年度に至っては14,608tと他の年度と比べ圧倒的に収穫可能量が増加した。組合管内別でみると、みかも、栗野、鹿沼、日光市での収穫可能量が1,000tを超えていた。

3.3 補助事業

これまでの解析では補助金を考慮しなかったが、実際の施業履歴上の間伐作業では、ほとんどの場合補助金が申請され、支給されている。そこで本研究では造林補助事業、2008年以降から開始された奥山林整備事業を解析に組み込み、各補助事業が解析結果に与える影響を考察した。なお、今回の試算では間伐施業のうち、施業履歴の「データ元」という項目より、奥山林整備事業と記載してある小班には奥山林整備事業を適用し、それ以外には造林補助事業を適用した。図-10に年度別に間伐の事業区分総面積を示す。税事業（奥山A）、税事業（奥山B）が奥山林整備事業にあたり、2008年から開始され、その後、増加傾向がみられる。

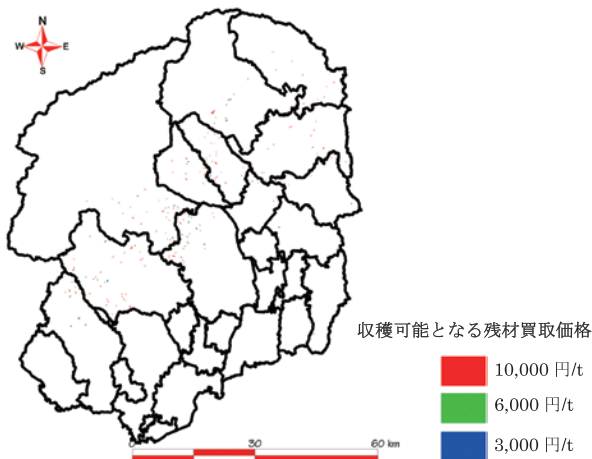


図-6 収穫可能小班分布図

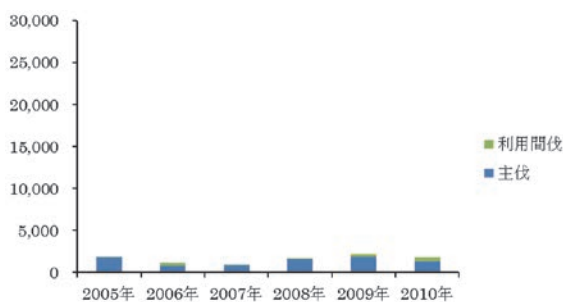


図-7 残材買取価格 3,000 円/t 時の林地残材収穫可能量 (t)

買取価格 3,000 円/t に補助金を適用した場合、利用間伐の収穫可能量が補助金無しの場合の約 50～400t から約 3,000～6,000t と大きく増加した (表-3)。特に、たかはら、宇都宮市、日光市からの収穫が多かった。また、切捨間伐からも約 300～700t 程度が収穫可能となった。買取価格 6,000 円/t に補助金を適用した場合、収穫可能量は約 5,000～11,000t となり、年度により収穫可能量の差が大きかった。これは、たかはら、宇都宮市、日光市等の収穫可能量が多かった管内で、残材発生量が年度毎に大きく増減したためである。買取価格 10,000 円/t に補助金を適用した場合は、主伐中心の収穫可能から利用間伐中心に変化した。また、伐捨間伐からも約 5,000t を超える量が収穫され、特に、2010 年度で 49,426t と伐捨間伐が最も多かった。他年度であまり収穫のみられなかったみかも、栗野からの収穫可能量が大きく増加した。これは、2010 年が作業道作設費等に大きく関わる因子である傾斜が前年度 5 年分と比べ地域別で傾向が大きく異なっていたためであった。全年度で収穫可能量が県内の総需要量の 17,160t を超える結果となった。

次に残材搬出先別をみる。買取価格 3,000 円/t では

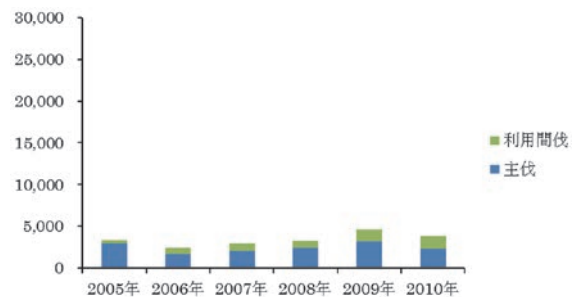


図-8 残材買取価格 6,000 円/t 時の林地残材収穫可能量 (t)

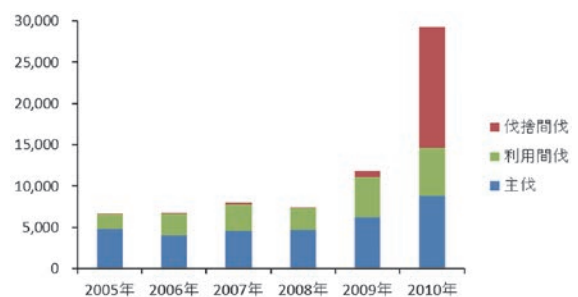


図-9 残材買取価格 10,000 円/t 時の林地残材収穫可能量 (t)

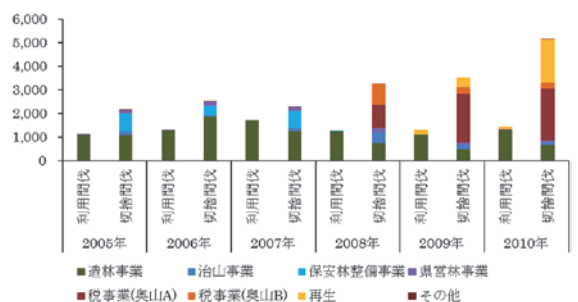


図-10 年度別間伐事業区分総面積 (ha)

伐捨間伐からも全工場で年間 100t 前後の収穫が見られた。那須塩原ペレット工場、鹿沼チップ工場で利用間伐の収穫可能性がほとんどの年度で 1,000t を大きく超え、需要量の少ない那須塩原では需要の約 50～100% を満たした。佐野チップ工場は利用間伐の収穫が他の 2 工場と比べ少なく、年間 10～600t となり、最も収穫できた 2010 年度でも全体の需要の 30% を満たす程度となった。買取価格 6,000 円/t では那須塩原ペレット工場において全年度で需要を満たした。那須塩原ペレット工場、鹿沼チップ工場で補助金無しでは年間 150～1,000t 程度しか収穫できなかった利用間伐の収穫可能性が年 2,000t 以上収穫できるようになった。佐野チップ工場は補助金無しでは収穫不可だった 2005～2008 年度で収穫が可能になったが、20～200t と他工場よりは少なかった。全体として伐捨間伐の収穫可能性が増加し、特に伐捨間伐が最も多かった 2010 年度の収穫可能性が他年度より大きく増加した。買取価格 10,000 円/t では利用間伐の収穫可能性は補助金無しの 3 倍程度まで大きく増加した。伐捨間伐もほとんどの年度で 1,000t を超える収穫がみられ、特に 2010 年度は他年度の倍以上の収穫が見られた。

3.4 国有林

主伐に関して、栃木県への聞き取り調査から、地域森林計画書（栃木県 2007；栃木県 2009；栃木県 2011）策定のために推定された 2008 年度における県内での主伐（皆伐）材積総量では 147,820m³ という値が得られており、この値に対し、解析によって得られた主伐における用材発生量 38,053m³ は 3 割程度の値となっている。さらに間伐に関しても、栃木県の 2008 年度素

材生産量 424,000m³ から上記の主伐（皆伐）材積総量 147,820m³ を除いた 276,180m³ に対し、解析によって得られた利用間伐における用材発生量 47,838m³ は 2 割程度の値となっている。山口ら（2013）によると、この原因として、「施業履歴の元情報が補助事業への申請記録であるため、研究での試算が主に森林組合が行った作業を対象にしたものとなっており、国有林や民有林での利用間伐は素材生産業者もやっている現状から、このような記録がなかったことも考えられる」と記載しており、栃木県の林地残材収穫可能性のポテンシャルを試算するにあたり、用材、残材の発生量を正確に求めることは重要な項目である。山口ら（2013）では発生量の補正を行ったが、本研究では県内国有林の用材及び残材発生量を試算した。

栃木県における国有林は、日光森林管理署で鬼怒川及び渡良瀬川流域を、塩那森林管理署で那珂川流域を管理し、その面積は、栃木県の北西部を中心に約 128,000 ヘクタールに及ぶ（関東森林管理局 2012）。関東森林管理局より国有林での森林簿に当たる森林調査簿と樹種別簿、日光森林管理署及び塩那森林管理署より施業の記録である履歴簿のデータを入手した。データを集計すると国有林の面積は 118,259ha で樹種ごとに集計すると、スギ 15,597ha（13.19%）、ヒノキ 10,153ha（8.59%）、カラマツ 10,749ha（9.09%）、アカマツ 4,994ha（4.22%）、その他針葉樹 45,328ha（38.33%）、その他広葉樹 31,210ha（26.39%）であった。民有林と比べ、スギ、ヒノキの割合が少ないが、カラマツ、アカマツなどの割合が高く、全体として針葉樹の割合は高かった。

関東森林管理局より提供された森林調査簿には、小

表-3 残材搬出先別、施業区分、残材買取価格ごとの林地残材収穫可能性 (t) と需要量に対する比率 (%)

	年度	3,000 円/t					6,000 円/t					10,000 円/t				
		主伐	利用	伐捨	総計	比率	主伐	利用	伐捨	総計	比率	主伐	利用	伐捨	総計	比率
那須塩原ペレット工場 年間需要量：3,000t	2005	558	1,564	118	2,240	74.7	1,235	2,382	383	4,001	133.4	1,942	6,407	1,407	9,756	325.2
	2006	297	1,824	563	2,684	89.5	848	3,534	1,783	6,165	205.5	2,123	8,906	4,203	15,233	507.7
	2007	334	2,485	283	3,102	103.4	1,115	5,011	848	6,974	232.5	2,458	10,943	2,865	16,266	542.2
	2008	474	2,082	198	2,754	91.8	571	3,109	540	4,220	140.7	1,487	6,519	3,463	11,469	382.3
	2009	155	2,735	352	3,242	108.1	852	4,579	843	6,274	209.1	3,508	10,372	3,765	17,645	588.1
	2010	163	958	168	1,290	43.0	163	1,883	1,452	3,497	116.6	2,340	3,958	10,467	16,765	558.8
佐野チップ工場 年間需要量：6,000t	2005	502	18	87	606	10.1	931	26	117	1,075	17.9	1,693	230	280	2,203	36.7
	2006	47	71	9	127	2.1	310	71	93	475	7.9	409	258	1,948	2,615	43.6
	2007	337	65	45	446	7.4	337	180	90	606	10.1	914	673	1,480	3,067	51.1
	2008	338	45	157	540	9.0	487	116	255	858	14.3	1,288	392	1,090	2,769	46.1
	2009	735	136	20	892	14.9	1,256	257	97	1,610	26.8	1,376	577	1,228	3,180	53.0
	2010	1,070	579	148	1,797	30.0	1,756	1,925	2,449	6,130	102.2	5,323	3,471	15,312	24,106	401.8
鹿沼チップ工場 年間需要量：8,160t	2005	739	1,126	135	1,999	24.5	739	2,440	384	3,562	43.7	1,121	5,436	3,218	9,775	119.8
	2006	408	2,276	100	2,784	34.1	523	4,005	738	5,266	64.5	1,503	6,353	4,561	12,416	152.2
	2007	144	2,607	132	2,883	35.3	531	4,300	621	5,452	66.8	1,180	7,316	2,849	11,344	139.0
	2008	801	1,869	124	2,793	34.2	1,288	3,299	351	4,937	60.5	1,918	6,220	1,603	9,741	119.4
	2009	1,002	3,210	72	4,284	52.5	1,002	5,484	660	7,145	87.6	1,274	10,092	3,870	15,235	186.7
	2010	96	3,570	173	3,839	47.0	340	7,271	2,368	9,979	122.3	1,151	11,169	23,648	35,968	440.8
合計 年間需要量：17,160t	2005	1,798	2,707	340	4,845	28.2	2,905	4,848	884	8,637	50.3	4,756	12,073	4,905	21,734	126.7
	2006	752	4,171	672	5,595	32.6	1,682	7,610	2,614	11,905	69.4	4,035	15,526	10,712	30,273	176.4
	2007	814	5,157	459	6,430	37.5	1,983	9,490	1,559	13,032	75.9	4,551	18,932	7,194	30,677	178.8
	2008	1,613	3,996	479	6,088	35.5	2,346	6,524	1,146	10,016	58.4	4,693	13,131	6,155	23,979	139.7
	2009	1,892	6,081	445	8,418	49.1	3,110	10,320	1,599	15,029	87.6	6,157	21,040	8,862	36,060	210.1
	2010	1,329	5,108	489	6,926	40.4	2,259	11,078	6,269	19,606	114.3	8,814	18,598	49,426	76,839	447.8

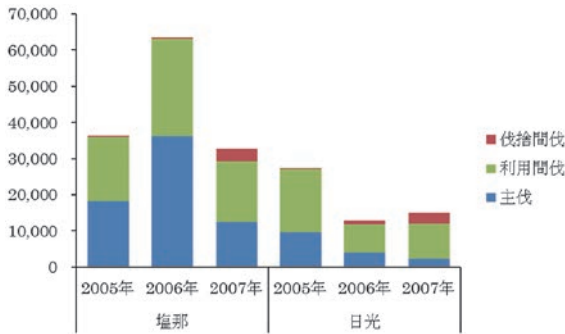


図-11 国有林における用材発生量 (m³)

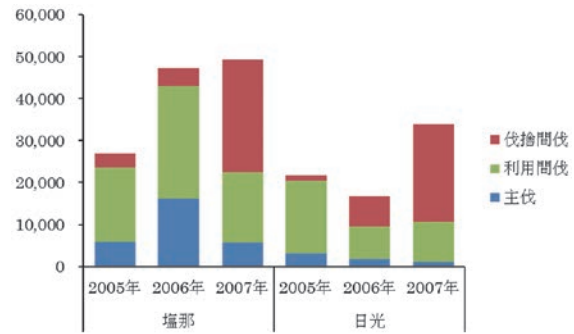


図-12 国有林における残材発生量 (t)

表-4 民有林および国有林の用材発生量と素材生産量 (m³)

年度	民有林		国有林		切捨	合計 用材発生量	栃木県 素材生産量	
	主伐	利用	伐捨	主伐				
2005	46,746	43,072	11,748	27,885	35,241	601	165,293	368,000
2006	43,054	47,696	14,515	40,141	34,685	1,505	181,596	394,000
2007	42,306	64,440	14,105	14,633	26,680	6,428	168,592	433,000

班単位の林地面積、主伐年度、主伐材積、間伐年度、間伐材積、伐採率、地番のコードが記載してあり、樹種別簿には小班の1樹種単位の樹種、林齢、材積、小班面積に対する面積割合、地番のコードが記載してある。履歴簿には地番のコード、小班単位でその小班で行われた施業種が年度ごとに記載してある。地番のコードをキーとしてリンクし、1小班の1樹種ごとに試算を行うためのデータを整備した。

本試算では森林調査簿に記載してある主伐年度、間伐年度で本研究の対象年度である2005～2010年度に伐採契約が確認された年度の発生量を試した。関東森林管理局への聞き取りより、主伐年度、間伐年度はどちらも伐採契約が行われた年度であり、実際に伐採が行われるのは契約から2年以内ということだった。しかし、伐採年度を把握することはできなかったため、今回は契約が行われた年度で試算した。また、調査簿には2008年度以降の伐採データが未記載だったため、2005～2007年度について試算した。

主伐に関しては、主伐年度に記載してある年度が2005～2007年度のもを主伐小班とした。間伐年度が2005～2007年度のうち森林管理署への聞き取りより履歴簿に記載してある施業種が「保育間伐(活用型)」「間伐」の小班を利用間伐とし、「保育間伐(存置型)」「本数調整伐」または、空白の小班を切捨間伐とした。伐採材積は森林調査簿の主伐材積、間伐材積を使用した。一部、記載がない小班は主伐の場合は100%、間伐の場合はデータがある小班の間伐材積を総材積で除した値をその年度の平均伐採率とし、その伐採率を樹種別簿の総材積に乗じて算出した。2005～2007年度の平均伐採率は27%、28%、22%である。

民有林と同様の方法(山口ら2013)で試算した結果、国有林における2005～2007年度の用材発生量は63,727m³、76,330 m³、47,740m³と試算され、林地残材発生量は48,561t、63,961t、83,250tと試算された(図-11, 12)。塩那森林管理署の方が面積は小さいが、施業数が多いため全年度で用材、残材発生量が日光森

林管理署に比べ多かった。民有林、国有林を合わせた用材発生量は栃木県素材生産量の4割ほどとなり、本研究では県全体の用材発生量の半分も再現することができなかった(表-4)。国有林では伐採を行う場合、必ず管轄の森林管理署へ申請を行う必要があるため、民有林の施業履歴のように申請が行われていない伐採は記録に残らないということはない。そのため、残りの用材が発生している可能性としては、民有林における森林組合や補助金を介さない素材生産業者の行った施業、特に現在、補助事業のない皆伐などの情報がないことが大きいと考えられる。また、本試算では国有林地図データの入手ができなかったため、集材や運材等のコストや利用可能量は試算できなかった。集材に関しては国有林の作業システムについては調査が不十分であり、運材に関しては県内の国有林は県北西部の端に位置しているため、今回設定した県内の共販所やチップ工場に搬出する場合はコスト高となることが考えられる。

謝辞

最後になりましたが、データの提供元であり、聞き取り調査にもご協力頂きました栃木県庁、関東森林管理局、日光森林管理署、塩那心理管理署に深く感謝致します。

引用文献

関東森林管理局(2012)平成24年度栃木県における国有林野事業の取り組み。http://www.rinya.maff.go.jp/kanto/nikkou/pdf/totigikenkokuyuurinn.pdf(2014年2月1日アクセス)

宮島淳二(1988)広葉樹材の市場調査について-熊本県森林組合連合会球磨事業所における市場価格の分析-。日林九支研論集41:15。

日本林業調査会(2011a)間伐材1トンを6千円分の杉小判と交換-智頭町で開始、広がる「土佐の森」方式。409:14。

- 日本林業調査会 (2011b) 発電用チップ「全量買取制度」に注目 - 20 円 /kWh で林地残材を有効利用. 405 : 6.
- 林野庁 (2010) 平成 22 年版 森林・林業白書. 参考資料: 13.
- 栃木県 (2007) 渡良瀬川地域森林計画書. <http://www.pref.tochigi.lg.jp/d08/eco/shinrin/zenpan/documents/watarasegawa1-3s.pdf> (2012 年 1 月 25 日アクセス)
- 栃木県 (2009) 那珂川地域森林計画書. <http://www.pref.tochigi.lg.jp/d08/eco/shinrin/zenpan/documents/kinugawa2s.pdf> (2012 年 1 月 25 日アクセス)
- 栃木県 (2011) 那珂川地域森林計画書. <http://www.pref.tochigi.lg.jp/d08/eco/shinrin/hozen/documents/taikou.pdf> (2012 年 1 月 25 日アクセス)
- 山口鈴子, 有賀一広, 長崎真由 (2013) 栃木県における森林施業履歴を用いた用材および林地残材の発生量と収穫可能量推定モデルの構築. 宇大演報 49 : 21 - 44.