

再造林率の違いによる100年間のスギ人工林資源の将来推移の

シミュレーションについて

秋田県農林水産部 ○橋 政行
秋田県農林水産部森林整備課 澤田智志・加藤貴志

1. はじめに

秋田県では、発電用を含む地域材需要をバランスよく拡大するとともに、適切な再造林を確保しながら、平成23～25年平均で約100万m³の水準にある素材生産量を平成32年に140万m³まで増加させることを目標としている。資源の成熟はもとより労働力や予算事情等からも、今後、主伐の増加は避けられないが、本県民有林における再造林率は2割程度と非常に低い現状にある(表-1)。資源の循環利用に関する施策の重要性が増す中

にあって、効率的な施策検討のため、本県民有林のスギ人工林を対象に、任意に設定する伐採計画量(素材生産量)と再造林率から、将来の資源推移を予測する基本的なシミュレーションシートを作成した。

表-1 主伐由来の素材生産量、再造林率等の推計

区分	[千m ³ 、ha]			
	H23	H24	H25	H23～25平均
素材生産量(A)	994	983	1,106	1,028
うち国有林(B)	351	309	277	312
民有林(C=A-B)	643	674	829	715
うち間伐由来(D)	158	250	315	241
主伐由来(E=C-D)	485	424	514	474
Cのうち広葉樹(F)	73	71	68	71
Eのうち人工林(G=E-F)	412	353	446	404
人工林皆伐面積の推計(X=G/400m ² /ha※)	1,030	883	1,115	1,009
再造林面積の実績(Y)	251	243	185	226
再造林率の推計(Y/X(%))	24	28	17	23

注)「秋田県林業統計」(A,B,F,Y)、県業務資料(D)を基に簡便に推計したもの
※ 県営林主伐箇所における蓄積調査実績(約570m³/ha)×利用率0.7

2. シミュレーションシートの作成

シミュレーションシートの構成を図-1に示す。

シートはマイクロソフトエクセルを利用し、森林簿から得られる齢級別の面積、材積、成長量を基礎資料とした(木平 1990)。100年後までの長期シミュレーションを可能とするため森林簿の齢級の上限は31齢級まで広げた。

第1分期の各齢級の面積と材積(表-2)から収穫表(表-3)を作成した。

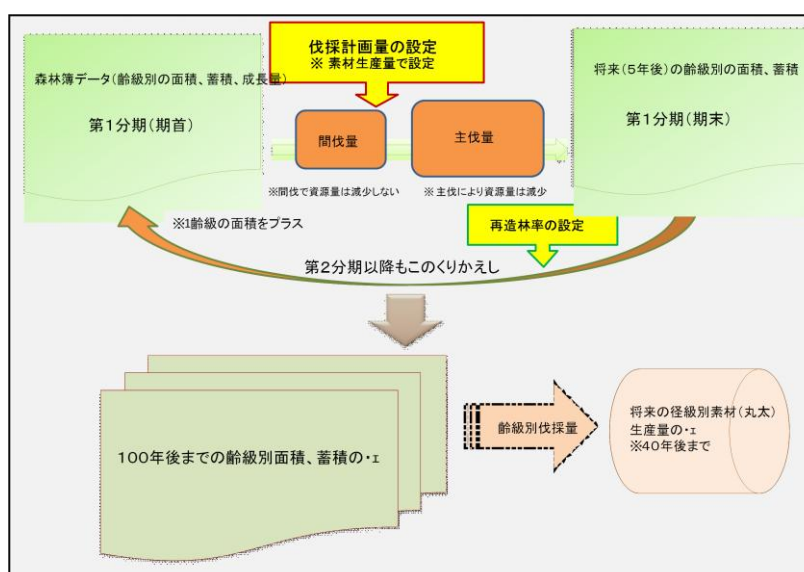


図-1 シミュレーションシートの構成

収穫表の期中央材積は主伐可能量及び主伐量の材積の計算、割り戻しによる面積計算（間伐も同様）に用いる。間伐量は、地域森林計画における一般材生産の基準に従って伐期に応じ3～4回の間伐を行う（熊谷ら 2009）こととし（表-4）、素材換算を行いつつ、任意の伐採計画量から間伐量を差し引いた量を主伐量とした。主伐量は、11 齢級以上を主伐可能量とし、5 年前の森林簿との齢級ごとの材積差をもとに齢級別に割り振ることとした（藤掛 2003）。なお、素材換算に用いる利用率は、今後のバイオマス需要の拡大等を考慮し、主伐 0.8、間伐 0.6 と設定した。

表-2 森林資源表(第1分期)

齢級	現況		主伐可能量	
	面積(ha)	材積(m ³)	面積(ha)	材積(m ³)
1	1,009	0		
2	1,189	0	7,796	
3	1,947	63,842	20,370	
4	4,016	341,739	40,421	
5	7,371	998,331	75,988	
6	13,769	2,574,493	125,380	
7	24,973	5,806,340	220,017	
8	31,599	8,739,093	269,727	
9	38,471	12,281,367	331,159	
10	35,542	12,876,321	292,122	
*				
11	26,751	10,790,635	192,735	26,751
12	19,519	8,576,741	100,148	19,519
13	10,088	4,691,477	54,306	10,088
14	4,714	2,318,904	17,786	4,714
15	4,462	2,279,156	13,602	4,462
16	3,416	1,797,061	5,690	3,416
17	3,037	1,622,925	11,903	3,037
18	2,149	1,190,636	7,454	2,149
19	1,293	738,993	4,889	1,293
20	842	496,698	542	842
21	321	190,533	1,134	321
22	202	123,412	320	202
23	52	32,030	275	52
24	26	16,709	-42	26
25	4	2,384	13	4
26	4	2,752	18	4
27	0	264	2	0
28	4	2,502	-17	4
29	3	2,006	5	3
30	3	1,903	6	3
31以上	10	6,953	19	10
合計	236,783	78,566,200	76,898	35,911,387

**伐採可能量は面積×(収穫表期中央材積)とする。

表-3 収穫表

齢級	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
期首材積	135	187	233	277	319	362	403	439	465	492	511	526	534	554	571	590
連年成長量	10	9	9	9	8	7	5	5	4	3	2	4	3	4	1	...
期中央材積*	161	210	255	298	341	383	421	452	479	501	518	530	544	563	581	592

*伐採時の材積とる

表-4 間伐量計算シート(第1分期)

齢級	現況		間伐可能量		間伐量	
	面積(ha)	材積(m ³)	面積(ha)	材積(m ³)	面積(ha)	材積(m ³)
1	1,009	0				
2	1,189	0				
3	1,947	63,842				
4	4,016	341,739				
5	7,371	998,331	7,371	1,188,300	3,686	178,245
6	13,769	2,574,493	13,769	2,887,943	6,884	433,191
7	24,973	5,806,340	24,973	6,356,384	12,486	953,458
8	31,599	8,739,093	31,599	9,413,411	15,800	1,412,012
9	38,471	12,281,367	38,471	13,109,264		
10	35,542	12,876,321	35,542	13,606,625		
11	26,751	10,790,635	26,751	11,272,471		
12	19,519	8,576,741	19,519	8,827,110	1,888	256,207
13	10,088	4,691,477	10,088	4,827,241	976	140,111
合計	216,242	67,740,379	208,083	71,488,749	41,720	3,373,223

注1) 地域森林計画に基づき、5～9齢級で2回(初回は除伐のため未計上)、さらに2割は12～13齢級で1回の間伐を行うものと設定
2) 間伐可能量は現況面積×(収穫表期中央材積)とする
3) 間伐材積率は30%とする

主伐量の齢級別の割り振り(主伐のシナリオ)を検討するにあたり、過去5年間(H21-26)における11 齢級以上の齢級別の材積の変化を見たところ、高齢級ほど減少率(表-5のC/B)が高いということもなく、齢級による顕著な差が見られなかった。H11-16、H16-21における変化との比較から、この傾向は徐々に進んでいるものと思われ、その理由としてEW用材の増加等、需要サイドの変化が影響しているものと考えられた。

このため、第1分期の割り振りは表5のC/ΣCを基本として行い、第2分期以降については、今後も減少率の平準化が進むものとして、12 齢級以上では前分期から齢級を一つスライドさせ、11 齢級は11 齢級以上の総材積に占める当該齢級の割合によることとした(表-6)。

また、第2分期以降の1 齢級の面積は、前分期の主伐面積に任意の再造林率を乗じて計上した。

表-5 H21～26の5年間の齢級別材積の比較

齢級	H26現況(期末)		H21現況(齢級調整)		C=B-A	C/B(%)	C/Σ C(%)
	面積	材積(A)	面積	材積(B)			
11	26,751	10,790,635	27,254	10,993,695	203,060	1.8	25.3
12	19,519	8,576,741	19,917	8,751,715	174,974	2.0	21.8
13	10,088	4,691,477	10,342	4,809,787	118,310	2.5	14.7
14	4,714	2,318,904	4,858	2,389,836	70,932	3.0	8.8
15	4,462	2,279,156	4,673	2,387,331	108,175	4.5	13.5
16	3,416	1,797,061	3,546	1,865,236	68,175	3.7	8.5
17	3,037	1,622,925	3,077	1,644,446	21,521	1.3	2.7
18	2,149	1,190,636	2,107	1,167,080	(+)		
19	1,293	738,993	1,326	757,510	18,517	2.4	2.3
20	842	496,698	859	506,892	10,194	2.0	1.3
21	321	190,533	329	195,239	4,706	2.4	0.6
22	202	123,412	206	125,808	2,396	1.9	0.3
23	52	32,030	52	32,011	(+)		
24	26	16,709	27	17,322	613	3.5	0.1
25	4	2,384	5	3,264	880	27.0	0.1
26	4	2,752	6	3,840	1,088	28.3	0.1
27	0	264	0	264	0	0.0	0.0
28	4	2,502	4	2,572	70	2.7	0.0
29	3	2,006	3	2,006	0	0.0	0.0
30	3	1,903	3	1,951	48	2.4	0.0
31以上	10	6,953	9	6,228	(+)		
合計	76,898	34,884,674	78,602	35,664,030	803,656	2.3	100.0

表-6 主伐シナリオの設定

年齢	C/ΣC (%)	1分期	2分期	3分期	4分期	5分期	6分期	7分期	8分期	9分期	10分期	11分期
11	25.3	28.0	30.1	25.1	17.3	12.2	6.4	3.4	1.8	0.9	0.6	0.5
12	21.8	25.0	19.6	22.6	20.7	15.2	11.4	6.2	3.3	1.8	0.9	0.6
13	14.7	16.0	17.5	14.7	18.6	18.2	14.2	11.0	6.1	3.3	1.8	0.9
14	8.8	9.0	11.2	13.1	12.1	16.4	17.0	13.8	10.8	6.0	3.3	1.8
15	13.5	7.0	6.3	8.4	10.8	10.6	15.3	16.4	13.5	10.7	6.0	3.2
16	8.5	6.0	4.9	4.7	6.9	9.5	10.0	14.8	16.1	13.4	10.7	5.9
17	2.7	3.0	4.2	3.7	3.9	6.1	8.9	9.6	14.5	16.0	13.3	10.6
18		2.0	2.1	3.1	3.0	3.4	5.7					
19	2.3	2.0	1.4	1.6	2.6	2.7	3.2					
20	1.3	1.2	1.4	1.0	1.3	2.3	2.5					
21	0.6	0.5	0.8	1.0	0.9	1.1	2.1					
22	0.3	0.3	0.3	0.6	0.9	0.8	1.1					
23		0.0	0.2	0.3	0.5	0.8	0.7					
24	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.5	0.7					
25	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4					
26	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2					
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1					
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
31		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0					
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					

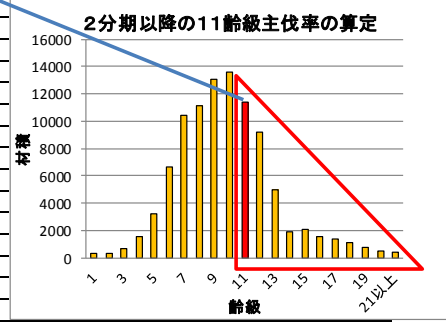


表-7 主・間伐量合計(1分期の例)

年齢	現況		間伐量		主伐量		合計	
	面積	伐採可能量	面積	材積	面積	材積	面積	立木材積
5	7,371	1,188		3,686		178	3,686	178
6	13,769	2,888		6,884		433	6,884	433
7	24,973	6,356		12,486		953	12,486	953
8	31,599	9,413		15,800		1,412	15,800	1,412
9	38,471	13,109					0	0
10	35,542	13,607					0	0
11	26,751	11,272			1,903	802	1,903	802
12	19,519	8,827	1,888	256	1,583	716	3,472	972
13	10,088	4,827	976	140	958	458	1,934	598
14	4,714	2,363			514	258	514	258
15	4,462	2,313			387	200	387	200
16	3,416	1,811			324	172	324	172
17	3,037	1,653			158	86	158	86
18	2,149	1,209			102	57	102	57
19	1,293	751			99	57	99	57
20	842	498			58	34	58	34
21	321	193			24	14	24	14
22	202	124			14	9	14	9
23	52	33			0	0	0	0
24	26	17			0	0	0	0
合計	228,595	82,455	41,720	3,373	6,123	2,864	47,843	6,237
素材材積				2,024		2,291		4,315

【実績に合わせた補正】

補助事業実績より		補正後	
構成率	材積率(%)	年齢	間伐量 材積(千m³)
0	0	5	0
1	1	6	34
6	7	7	202
11	8	8	371
18	9	9	607
25	10	10	843
10	11	11	337
10	12	12	337
10	13	13	337
5	14	14	169
4	15	15	135
100	合計		3,373

さらに、ここで求めた年齢別伐採量（表-7）と、収穫表作成システム LYCS3.3 の年齢別の胸高直径別立木本数分布及び市況材価シートを用いて、径級別素材生産予測も行えるようにした（広嶋 2003、森林総合研究所 Web サイト）。ただし、その際、地域森林計画における基準に基づき算出される間伐に係る年齢別の伐採量は、より実態を反映したものとなるよう、総量は変えずに、補助事業における実績を基に、高齢級方向に補正して用いることとした。

3. 秋田県民有林スギ人工林の将来予測の結果

(1) 100年間の資源推移

作成したシートを用いて、本県民有林スギ人工林（単層林）を対象とした100年間の資源推移シミュレーションを行った。秋田県が目標としている平成32年の素材生産量140万m³のうち民有林分を89万m³と見込み、その生産に必要な伐採量がすべてスギ人工林から確保され（本県素材生産量に占めるスギの割合は89%（H25実績）、これが将来とも継続するものとして伐採計画量を設定した（ただし、第1分期は段階的に引き上げ）。

また、再造林率については、現在の民有林における再造林率を念頭に 20% に設定した。また、対比のために 80% のシミュレーションも行った。この結果、素材生産量 89 万 m³ ・再造林率 20% で推移させた場合、蓄積は 30 年後から減少に転じ、65 年後には現在量を下回った。再造林率 80% の場合、蓄積はほぼ増加し続けた。

表-4 100年間の資源量の推移

面積: 千ha、蓄積: 万m³

設定			1分期 (現在)	3分期 (10年後)	5分期 (20年後)	7分期 (30年後)	9分期 (40年後)	11分期 (50年後)	15分期 (70年後)	21分期 (100年後)
伐採計画量 (素材生産量)	再造林率									
89万m ³	20%	面積	237	226	211	196	180	165	137	98
		蓄積	7,857	8,902	9,360	9,378	9,079	8,627	7,509	5,527
89万m ³	80%	面積	237	234	230	227	223	219	213	204
		蓄積	7,857	8,902	9,406	9,581	9,589	9,602	9,684	9,682
89万m ³	53%	面積	237	230	222	213	204	195	180	158
		蓄積	7,857	8,902	9,385	9,490	9,359	9,165	8,717	7,857
112万m ³	80%	面積	237	232	227	222	217	213	205	193
		蓄積	7,857	8,837	9,022	8,887	8,627	8,435	8,220	7,848

この結果を踏まえ、伐採計画量で 100 年後も現在の蓄積が維持される最小の再造林率を求めてみたところ、53% となった。ただし、この場合でも、面積は約 3 割減少する。さらに、国が平成 32 年の目標に掲げている国産材自給率 50% を念頭に素材生産量を 89 万 m³ から 112 万 m³ に引き上げ、同様に、100 年後も現在の蓄積が維持できる再造林率を求めたところ、80% となった (表-8、図-2)。

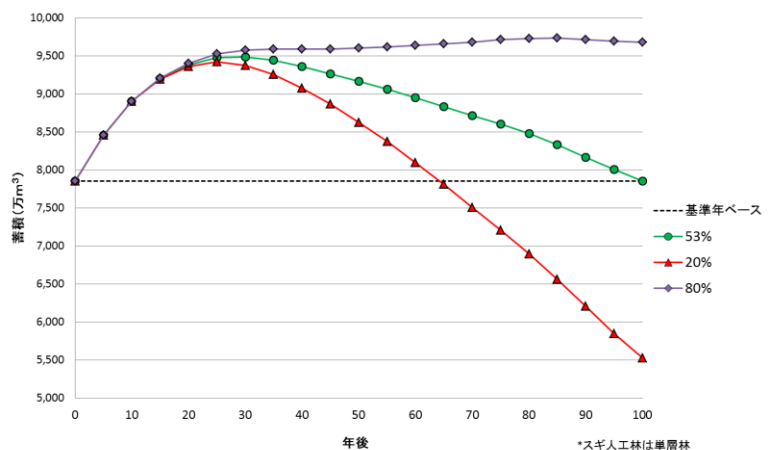


図-2 再造林率の違いによるスギ人工林資源量の推移

(2) 径級別の素材生産予測

前述の素材生産量 89 万 m³ ・再造林率 53% の場合の資源推移シミュレーションから得られる齢級別の伐採量 (主間伐計) を用いて、40 年後までの径級別素材生産量予測を行った。

この結果、今後 24cm 上の丸太が増え、35 年後以降は半数を超えるが、そのうち 30cm 上は 40 年後でも 2 割にとどまった。

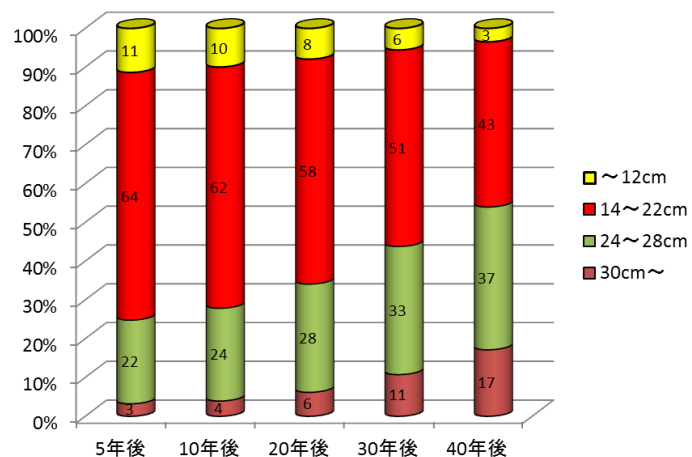


図-3 径級別の素材生産割合の推移

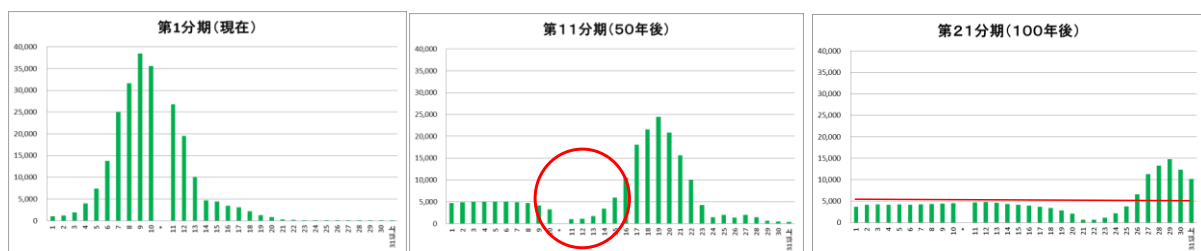
また、12cm 下の割合は、30 年後以降数%まで減少するとの結果となった（図-3）。ただし、この予測については、主伐シナリオの設定によるところが大きく、この点を十分に踏まえて活用する必要がある。

4. まとめ

今回作成したシートにより、さまざまな設定による 100 年間の資源推移シミュレーションを簡易に行うことできた。秋田県では、今回のシミュレーション結果を説明資料として活用しながら、地域材需要の拡大と再生林の促進対策をセットで講じる必要があること、2 割に低迷する再生林率を先ずは 5 割とすることを目標に対策に取り組むことなどについての意思統一を図ることが出来た。本シートをベースに改良を加えながら、今後の施策検討にあたって継続的に活用していきたい。

【参考】 国有林素材生産量89万³・再生林率53%の場合の分期別の面積等

分期	1	2	4	6	8	10	15	20	21
期首森林面積(千ha)	237	234	226	217	208	199	180	161	158
期首森林蓄積(万 ³)	7,857	8,459	9,203	9,481	9,443	9,266	8,717	8,005	7,857
主伐材積(千 ³ /年)	573	733	894	973	1,014	1,008	996	1,006	
主伐面積(ha/年)	1,225	1,564	1,855	1,921	1,889	1,781	1,567	1,375	
間伐材積(千 ³ /年)	675	509	295	189	135	143	159	145	
素材生産材積(千 ³ /年)	863	892	892	892	892	892	892	892	
径級別内訳	~12cm	98	89	71	50	31			
	14~22cm	551	555	517	452	380			
	24~28cm	186	213	249	295	328			
	30cm~	28	35	55	96	153			
再生林面積(ha/年)	649	829	983	1,018	1,001	944	830	729	



参考文献

- (1)木平勇吉(1990)繰返しのいらぬ保続計算法. 日林誌 72(2)
- (2)藤掛一郎 (2003) 森林資源構成表を用いた減反率の推定. 統計数理 51(1)
- (3)広嶋卓也(2003)丸太価格に基づく減反率の推定. 数理統計 51(1)
- (4)熊谷操ほか(2009)人工林資源の状況と将来予測. 日林北支論 57
- (5)森林総合研究所 Web サイト (www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/LYCS)