

浅間山麓におけるカラマツの天然更新について（中間報告）

東信森林管理署 業務第二課長 小須田 啓
経営係 ○杉村 智春

要 旨

千曲川上流流域は長野県の東部に位置し、流域面積は 247,696ha で県全体の 18%を占め、その森林面積は 174,795ha あります。この流域は、信州カラマツの発祥地として県下は言うに及ばず全国有数のカラマツ林業地帯を形成しています。

しかしながら、カラマツ林での経営は厳しく、多くの場合立木の販売額では造林費も賄えない状況です。そんな中で植付けの省力化と造林経費の節減を図ることを目的として、昭和 60 年度からカラマツの天然下種更新の試験地を設定し一定の成果が得られました。成林の見込みがついた平成 8 年に、除伐密度の違いによる成長過程を調べていく場所として整備を図りましたが、その後の雨氷被害等により継続調査が困難となってしまいました。

このことから今回新たに天然更新によるカラマツ・人工林カラマツの成長過程を調査してゆく場所として再整備を行いました。

はじめに

東信森林管理署は、千曲川上流流域面積のうちの 26%（58,871ha）を管理しているが、カラマツ人工林は面積 24,000ha・蓄積で 3,205,000 m³と人工林の 82%を占めています。しかしながら、カラマツ林では、多くの場合立木の販売額では再造林費は賄えない状況であります。

当署では、造林費の削減を図る方法として、昭和 60 年度カラマツの天然下種更新に取組み、試験地を設定し一定の成果を得ることができました。

平成 8 年度に成林の見込みがついたことから、除伐密度の違いによる成長過程を調査していく場所として整備を行いました。その後の雨氷被害等のダメージにより、調査継続が困難となってしまいました。

このことから、信州大学農学部 アルプス圏フィールド科学教育研究センターの加藤教授のご協力を頂き、今回新たに現実林分の調査を行い、これまでの生育状況を確認することと共に、今後の成長過程を見ていく場所として再整備を行ったので中間報告として発表します。

1. カラマツ天然更新経過概要

(1) 試験地の概要

位 置 浅間山国有林 2027 わ林小班
面 積 1.08ha
地 況 標高 1,100m
傾 斜 4°～6°
基 岩 火山碎屑
土壌型 適潤性黒色土（偏乾亜型）BLD(d)

(図一1)カラマツ天然更新箇所位置図



伐採前林況 明治 27 年(1894)植栽のカラマツに明治 42 年(1909)ヒノキを下木植栽した林分。(カラマツ林齢：92 年 平均胸高直径：52 cm 平均樹高：26m ha 当たり蓄積：182 m³ 林床型：雑草かん木型)

伐 採 昭和 60 年(1985) 10 月 皆伐

地 拵 昭和 60 年(1985) 11 月 トラクターによる枝条の点状集積と地表の掻き起こし実施。

下 刈 昭和 62 年(1987)～平成元年(1989)3 年間実施

つ る 切 平成 5 年(1993) 1 回実施

除 伐 平成 8 年(1996) 平成 10 年 4 月雨氷害

除伐 2 類 平成 18 年(2006)



伐採前林況(昭和 60 年 10 月)



伐採後(昭和 60 年 11 月)

(2) 調査内容

ア. 第一回報告(伐採後の稚樹発生から育成過程) 昭和 62 年度技術研究発表報告

昭和 61 年度カラマツ稚樹の発生を確認したことから、裸地・雑かん木・笹地の 0.01 m²、3 箇所のプロットを発生本数、残存率、成長量の調査を、昭和 61・63 年度・平成 3 年度に行いました。(表-1)

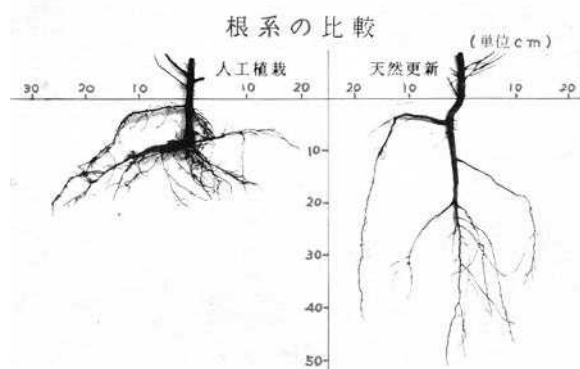
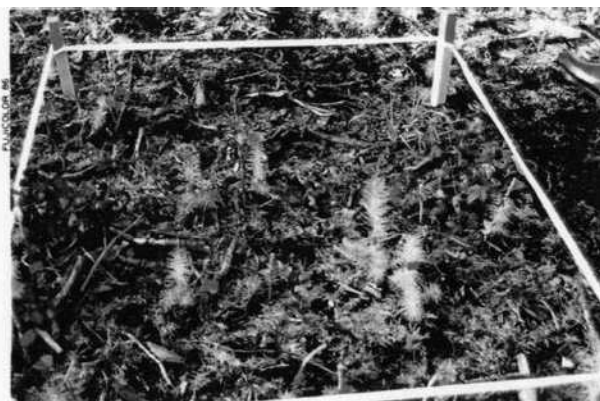
(表-1) 稚樹の発生本数

調査年度	発生本数(プロット平均値)
昭和 61 年度(1986)	45,500 本/ha
昭和 63 年度(1988)	31,500 本/ha
平成 3 年度(1991)	28,500 本/ha

その調査結果を分析した結果は、

- 1 天然下種更新へ導くためには、伐採の時期(カラマツ種子の成熟時)・地表のかき起こし等ある程度の条件整備が必要です。
- 2 発芽するときは裸地化した所が良く、成長するときはある程度、草地等雑かん木に覆われた所が良いです。
- 3 人工植栽の苗と比較すると、直根が発達しており根張りも良く、地中深く伸張していました。

という結果でありました。



稚樹発生状況(昭和61年11月)

根系状況(昭和63年11月)

イ. 第二回報告(稚樹育成から成林への生長過程)平成8年度技術研究発表報告

平成8年度カラマツ天然更新試験地として11年が経過し、除伐期を迎え成林への成長段階に入るに当たり、施業体系の方向付として、試験地内に新たな区画 $20\text{m} \times 25\text{m} = 500 \text{ m}^2$ 3箇所を設定するとともに、隣接地2027か林小班の昭和63年(1988)植栽のカラマツ人工林内において、成長の対比をするため人工林区を設定し、標準地調査を実施しました。(表-2)

また、天然更新木と人工造林木の胸高直径・樹高比較について調査解析を行いました。(表-3・4)(図-2・3)



林地状況(平成8年11月)



林内状況(平成8年11月)

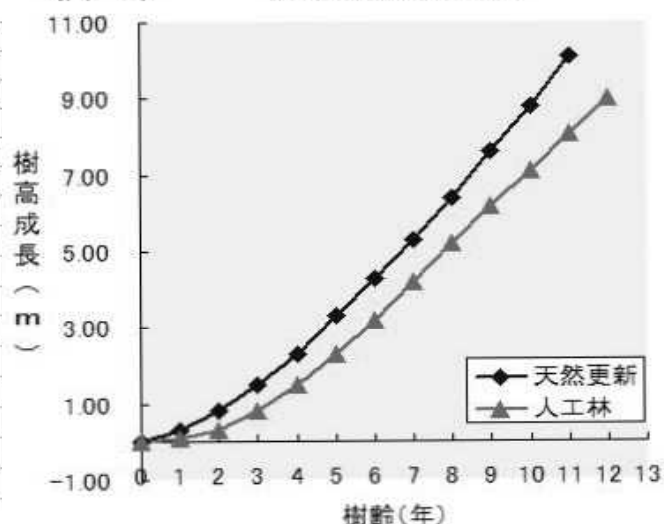
(表-2) 各区画成立本数

区画	成立本数	ha 当たり本数	H3 までの 0.01 m ² 調査箇所
P-1	300 本	6,000 本/ha	バラ・雑かん木地
P-2	470 本	9,400 本/ha	裸 地
P-3	196 本	3,920 本/ha	笹 地
人工林	104 本	2,080 本/ha	
P-1~P-3 平均成立本数 6,440 本/ha			

更新区分	天然更新		人工造林	
林 齢	10		11	
成長区分	上層木		上層木	
樹高 (m)	8.6		8.0	
胸高直径 (cm)	6.1		8.8	
年 齢	実測値 m	計算値 m	実測値 m	計算値 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.2	0.8	0.6	0.3
4	2.2	2.3	1.2	1.5
6	4.2	4.3	3.2	3.2
8	6.2	6.4	5.2	5.2
10	8.6	8.8	7.2	7.1
11		10.1	8	8.1
12		11.4		9
15		15.5		11.4
決定係数	0.991		0.997	

* 計算値はリチャード生長関数を用いた生長予測式による。

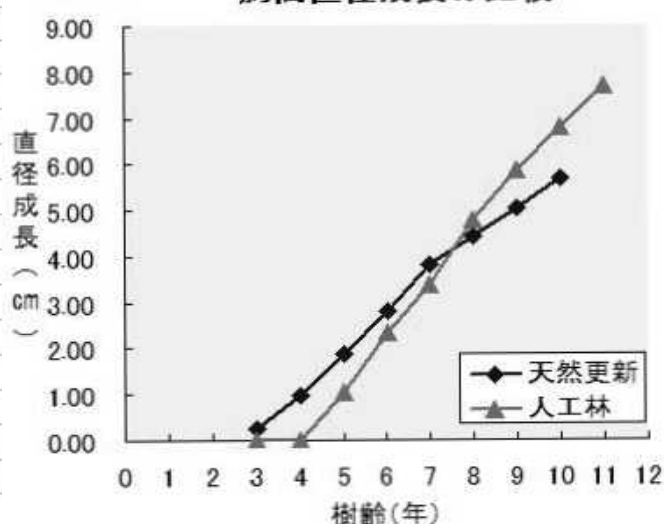
(図-2) 樹高成長の比較



更新区分	天然更新	人工造林
年 齢	実測値 cm	実測値 cm
0	—	—
2	—	—
3	0.25	—
4	0.98	—
5	1.88	1.03
6	2.80	2.35
7	3.80	3.38
8	4.43	4.78
9	5.05	5.88
10	5.68	6.80
11	—	7.70

* 樹皮を除いた直径を示している

(図-3) 胸高直径成長の比較



解析：信州大学農学部 森林計画研究室

調査結果から3箇所平均成立本数は6,440本/haとなり、昭和61年調査時点での45,500本/haと比較すると、一部は下刈時点で刈り払われたものも含め11年間で86%が自然淘汰された状態でした。

また、天然更新木と人工造林木の胸高直径・樹高比較の解析結果での特徴は、

- 1 樹高成長においては天然更新によるカラマツは人工林よりも成長が良い。

2 肥大成長が人工林より劣っているが、天然更新木が高密度のためである。

との結果でした。

次に、除伐密度による試験地として、3 区画内の除伐に当たっては、天然更新した林分について指標となるデータが無いことから、「収穫予想表」におけるカラマツ 10 年生の主林木本数 1,800 本/ha を目安に、残置した小径木については今後も自然淘汰されるものと見込んで、P-1 は予想表の 1.5 倍、3,000 本/ha、P-2 については 2 倍程度 3,760 本/ha、P-3 は全く手を加えない状態の区画 3,920 本/ha、(P-1~P-3 平均成立本数 3,560 本/ha) とし、人工林区については、2,080 本/ha 成立していることから、通常の作業を行うことにしました。(図-4)

(図-4) 除伐密度による設定区域位置図



2. 平成 8 年度以降の施業

除伐実施後の平成 10 年 4 月の雨氷被害があり、平成 18 年度に 2027 わ(天然更新箇所)・2027 か(人工林箇所)林小班を請負により除伐 2 類を実施し、被害木及び形質不良木を中心に行うとともに密度管理上、高密度の箇所についても実施対象として実行しました。

なお、ha 当たりの請負金額は天然更新箇所 264,000 円・人工林箇所 260,000 円でした。

除伐 2 類実行後における各区画の状況は(表-5)のとおりです。

(表-5) 各区画成立本数

平成 20 年 11 月調査

区画	成立本数	ha 当たり本数	H8 設定時との HA 当たり残存率
P-1	73 本	1,460 本/ha	48.6%
P-2	92 本	1,840 本/ha	48.9%
P-3	46 本	920 本/ha	23.4%
人工林	38 本	760 本/ha	36.5%
P-1~P-3 平均成立本数 1,407 本/ha			39.5%



林地状況 (平成 20 年 11 月)



林内状況 (平成 20 年 11 月)

3. 試験地の再設定と目標設定

悔やまれることであるが、請負実行当時、設定箇所の調査を行わないまま除伐2類を実施してしまったこと、設定区域内でのダメージの大きい箇所もあることから、除伐密度による調査継続が困難となっていました。

このことから、カラマツ天然林施業の体系を模索するなかで、天然林箇所と人工林箇所について、今後の成長過程がどの様に推移して行くかに着目し、信州大学農学部アルプス圏フィールド科学教育研究センターの加藤教授にご教示を頂き、新たな区域の設定及び樹幹解析調査を行いました。

(1) 選定区域及び調査方法

区域の選定については、天然林区と人工林区共に周辺林分状況が均一と想定される箇所 30m×40m=1,200 m²を選定しました。(図-8)

次に各区画内の樹高、胸高直径の毎木調査を実施し、集計した調査木の平均値に該当する立木2本を各区域に隣接する箇所から選木し、樹幹解析用の円盤を採取し樹幹解析を行いました。

(2) 調査結果

ア. 毎木調査結果

天然林区と人工林区画内の樹高、胸高直径の毎木調査結果は(表-6)のとおりとなりました。

(表-6) 各区画成立本数

平成20年11月調査

区画	本数(本)	材積 (m ³)	ha 当たり本数	ha 当たり材積	平均直径(cm)	平均樹高(m)
天然更新区	147	26.91	1,225	224.25	16.2	15.0
人工林区	109	25.16	908	209.67	18.3	15.9
収穫予想表 林齢20年			1,161	72.00	12.4	10.2
収穫予想表 林齢25年			936	96.00	14.7	12.0

イ. 樹幹解析結果

天然林と人工林の樹高成長、直径成長調査については、信州大学農学部の加藤教授に調査を依頼し解析していただいたところ、下記の結果となりました。

(ア) 天然林・人工林標準木の樹幹解析結果

解析：信州大学農学部 AFC・森林計測・計画学

カラマツ人工林 (2027か) Pito N03

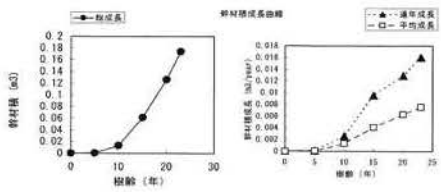
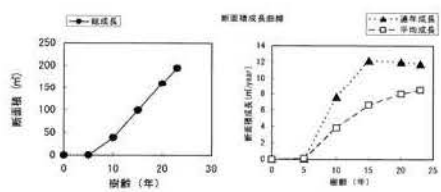
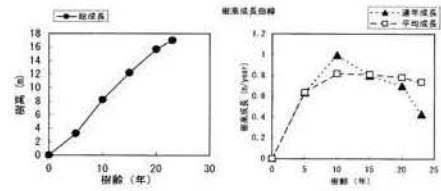
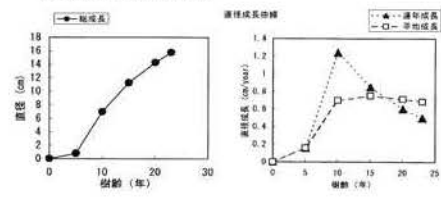
樹幹解析総括表 (直径成長 cm)							
		樹齢		23		樹皮率	
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	23	16.750					12.43%
皮なし	23	15.750	1.500	0.500	0.685	3.39%	3.33%
齢階別	20	14.250	3.000	0.600	0.713	4.84%	4.71%
	15	11.250	4.250	0.850	0.750	9.95%	9.32%
	10	7.000	6.200	1.240	0.700	54.31%	31.79%
	5	0.800	0.800	0.160	0.160	0.00%	0.00%

樹幹解析総括表 (樹高成長 m)							
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	23	17.00					
皮なし	23	17.00	1.300	0.433	0.739	2.69%	2.65%
齢階別	20	15.70	3.500	0.700	0.785	5.17%	5.02%
	15	12.20	4.000	0.800	0.813	8.27%	7.84%
	10	8.20	5.000	1.000	0.820	20.71%	17.54%
	5	3.20	3.200	0.640	0.640	0.00%	0.00%

樹幹解析総括表 (断面積成長 cm ²)							
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	23	220.353					
皮なし	23	194.828	35.343	11.781	8.471	6.90%	6.65%
齢階別	20	159.485	60.083	12.017	7.974	9.92%	9.28%
	15	99.402	60.917	12.183	6.627	20.90%	17.67%
	10	38.485	37.982	7.596	3.848	138.12%	38.97%
	5	0.503	0.503	0.101	0.101	0.00%	0.00%

樹幹解析総括表 (材積成長 m ³)								
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler	胸高係数
皮付き	23	0.1989						0.5310
皮なし	23	0.1742	0.048	0.016	0.008	11.38%	10.68%	0.5259
齢階別	20	0.1261	0.065	0.013	0.006	15.42%	13.75%	0.5035
	15	0.0616	0.048	0.010	0.004	35.27%	25.53%	0.5076
	10	0.0136	0.013	0.003	0.001	92.33%	37.07%	0.4307
	5	0.0005	0.001	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.0000

カラマツ人工林 (2027か) Pito N03



カラマツ天然更新 (2027わ) Pito N01

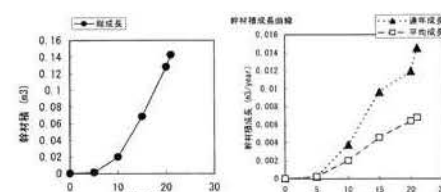
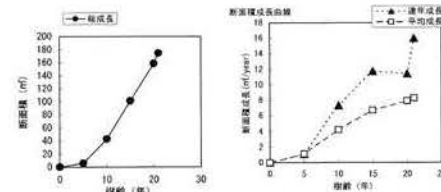
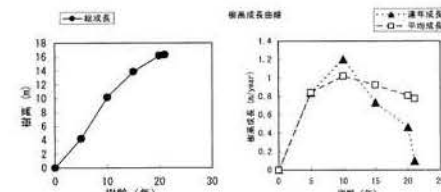
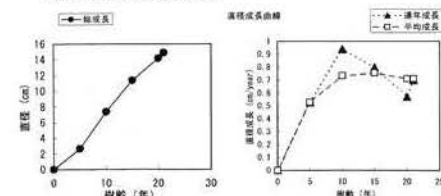
樹幹解析総括表 (直径成長 cm)							
		樹齢		21		樹皮率	
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	21	16.250					16.33%
皮なし	21	14.900	0.700	0.700	0.710	4.93%	4.81%
齢階別	20	14.200	2.850	0.570	0.710	4.58%	4.46%
	15	11.350	4.000	0.800	0.757	9.08%	8.56%
	10	7.350	4.700	0.940	0.735	22.63%	18.80%
	5	2.650	2.650	0.530	0.530	0.00%	0.00%

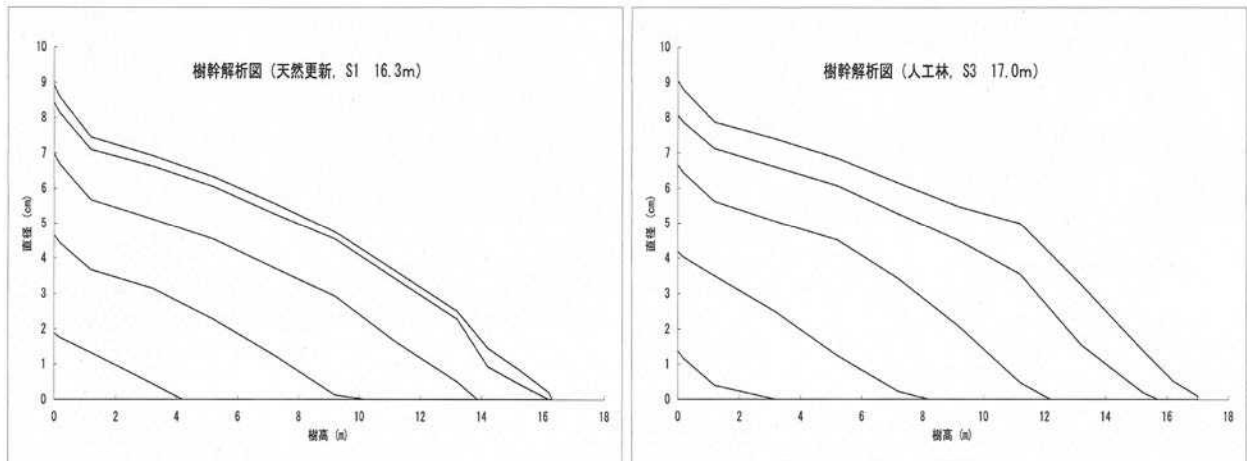
樹幹解析総括表 (樹高成長 m)							
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	21	16.30					
皮なし	21	16.30	0.100	0.100	0.776	0.62%	0.62%
齢階別	20	16.20	2.333	0.467	0.810	3.16%	3.10%
	15	13.87	3.667	0.733	0.924	6.33%	6.09%
	10	10.20	6.000	1.200	1.020	19.42%	16.67%
	5	4.20	4.200	0.840	0.840	0.00%	0.00%

樹幹解析総括表 (断面積成長 cm ²)							
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler
皮付き	21	207.394					
皮なし	21	174.366	15.999	15.999	8.303	10.10%	9.62%
齢階別	20	158.368	57.191	11.438	7.918	9.37%	8.81%
	15	101.177	58.748	11.750	6.745	18.98%	16.36%
	10	42.429	36.914	7.383	4.243	50.39%	30.80%
	5	5.515	5.515	1.103	1.103	0.00%	0.00%

樹幹解析総括表 (材積成長 m ³)								
		樹齢階	総成長	定期成長	連年成長	平均成長	Leipnitz Pressler	胸高係数
皮付き	21	0.1705						0.5042
皮なし	21	0.1426	0.014	0.014	0.007	11.31%	10.70%	0.5018
齢階別	20	0.1281	0.060	0.012	0.006	13.36%	12.14%	0.4994
	15	0.0684	0.048	0.010	0.005	27.58%	21.74%	0.4879
	10	0.0203	0.019	0.004	0.002	72.36%	35.07%	0.4879
	5	0.0013	0.001	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.0000

カラマツ天然更新 (2027わ) Pito N01





ウ. カラマツ天然林・人工林の特徴

(ア) 毎木調査結果

- 1 成立本数は、天然更新区 1,225 本/ha、人工林区 908 本/ha となっており、立木密度は天然更新区の方が高くなっています。
- 2 平均胸高直径は、天然更新区 16.2cm、人工林区 18.3cm となっており、人工林区の方が高くなっています。
- 3 ha 当たり材積は天然更新区 224.25 m³、人工林区 209.67 m³ となり、中部森林管理局収穫予想表千曲川上流森林計画区の 25 年生 96 m³ に比べ、両区とも 2 倍以上の良好な成長をしていました。

(イ) 樹幹解析結果

- 1 直径成長について連年成長を見てみると、5 年目までは、天然更新木が 0.530cm/年、植栽木が 0.160cm/年と天然更新木が高い生長量を示していますが、6~10 年間で逆転し、以降は植栽木の方が高い成長となっています。
 これについては、天然更新区の立木密度が高いため、その影響があると考えられます。
- 2 樹高成長について連年成長を見てみると、5 年目までは、天然更新木が 0.840m/年、植栽木が 0.640m/年と天然更新木が高い生長量を示していますが、10~14 年間でほぼ追いつき、以降は植栽木の方が高い成長となっています。
- 3 天然更新木と植栽木ともに、15 年目まで胸高直径、樹高とも大きな連年成長を示しますが、それ以降樹齢が高くなるに従い、成長量が低くなっています。

これらのことから、天然林更新区・人工林区共に現在時点では、同様の成長をしていると判断されます。

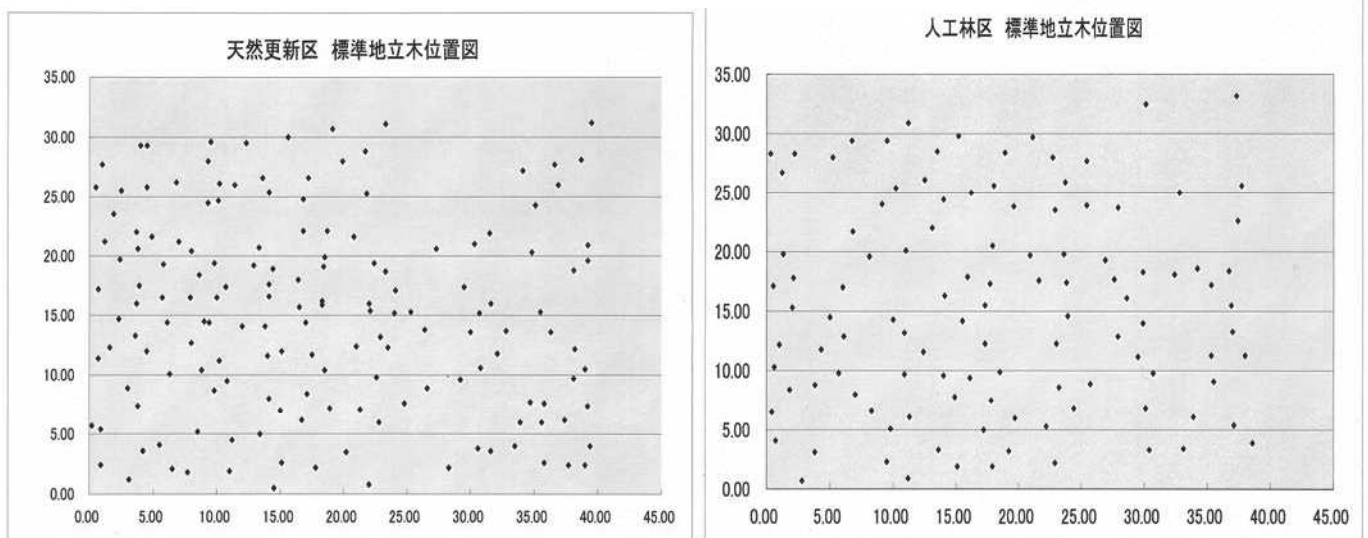
天然更新による施業も育成過程において、条件を整えていくことにより人工林と同様な成長が見込めることから、期待の持てる施業であると言えます。

(3) 選定区域の GIS データベースを用いた立木位置図作成

カラマツ個々の大きさと周囲との競争から、将来の成長予測や今後の間伐方針（立木や阻害木の選木）に役立てられることから、調査木全てについて立木位置の測定を行いました。（図-5）

調査したデータは加藤教授にご協力を頂き立木個々の座標から GIS データベースを作成し、GIS 上での表示解析が出来るよう立木位置図の作成を行って頂きました。(図一 6・7)

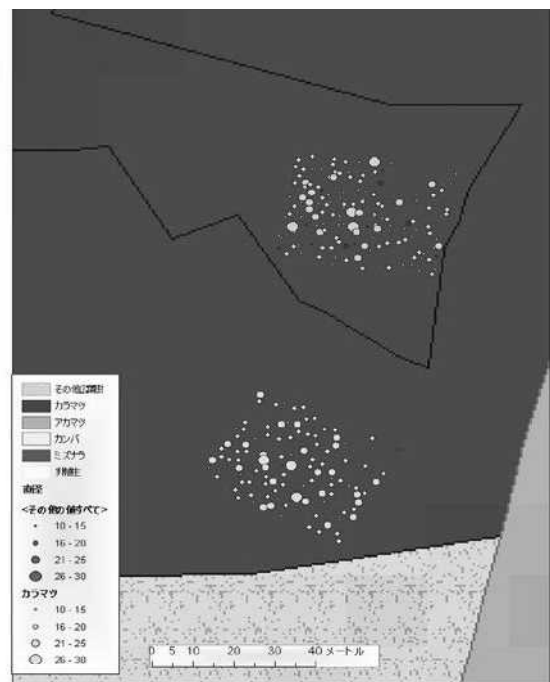
(図一 5) 天然更新区・人工林区の立木位置測定図



(図一 6) リモートセンシングによる解析図



(図一 7) GIS 解析による立木位置図



解析：信州大学農学部 AFC・森林計測・計画学

4. 今後の課題

今後の課題として、平成8年度調査時点において樹高成長が良かった天然更新木が、今回の調査では人工林の樹高成長が良くなっているのはなぜなのか。また、人工林と同様の林分に導くためには、次回間伐時での間伐方法はどの様に行っていくのか。合わせて効率的な出材方法を考慮した間伐方法の検討等があげられます。今後、種々検討しながら調査観察を続けていきたいと考えています。

おわりに

カラマツの天然更新については、部分的には林道の法面やスキー場休止地におけるグレンデ敷等裸地化した箇所でも良好な成長を示しているものも見られますが、当該地のようにまとまった面積で良好な更新が行われている場所は珍しいものです。また、東信地域とりわけ浅間山麓では気象条件等からカラマツに代わる適木が少ないことから確実な天然更新への期待は大きいものがあります。

今回、昭和61年(1986)に稚樹の発生調査から始まって22年経過し、天然更新による施業も育成過程において、条件を整えて行くことにより人工林と同様な成長が見込める目途が見えてきたことから、今後の成長過程がどの様に推移していくか、比較・検討を行うため新たに設定を行ったものです。まだまだ、未知の部分が多いことから、それぞれの時点で種々検討しながら、定期的な調査観察を続け、浅間山麓におけるカラマツ天然林施業の体系を模索していく考えです。

(図-8)設定区域位置図

