

信州大学西駒ステーション亜高山帯常緑針葉樹林における 人為攪乱から50年後の林分構造

小林 元*・吉村太一**・見尾 優***・安江 恒****・野溝幸雄*・
木下 渉*・酒井敏信*・白澤紘明*・荒瀬輝夫*

*信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

**広島県庁

***一般財団法人日本きのこセンター

****信州大学山岳科学研究所

要 旨

信州大学西駒ステーションの亜高山帯常緑針葉樹林において、大きさ0.09haの固定試験区を標高別に3箇所設置し、林分構造を解析した。合わせて、伐根調査と年輪年代学的手法を用いて過去の人為攪乱のサイズと強度、および頻度について考察した。年輪解析の結果、移管以前の西駒演習林は広範囲にわたって強度の伐採が複数回繰り返され、現在試験区内に存在する根株断面積合計の33～54%に相当する樹木が伐採されていたことが明らかとなった。人為攪乱からおよそ50年が経過した西駒ステーションのオオシラビソ・シラビソ林には大径の立木は存在せず、枯死木も小径の個体に偏っており、比較的若い未成熟な二次林であると位置づけられた。人為攪乱後の林分発達には標高によって明瞭な差異が認められ、標高が高い林分ほど発達が遅れた段階にあることが明らかとなった。標高による林分発達の差異は主に温度環境の違いによってもたらされていると考えられたが、森林限界に近い高標高林分では、倒木によるギャップ形成も林分発達を抑制する因子として無視出来ないと考えられた。

キーワード：ギャップ形成、森林伐採、二次林、標高、林分発達

はじめに

信州大学西駒ステーションは中央アルプス主稜線の東に派生する小ピーク、標高2,672mの将藁の頭から小黒川中流域の標高1,350mにわたる、東西2.3km、南北2.1kmの広がりの中に250haの面積を有する。同ステーションは信州大学農学部の発足に伴い、1955年に伊那市より伊那財産区有林の一部を移管されて西駒演習林として設置された。移管以前の西駒ステーションは明治以降概ね20年ごとに利用択伐を受けていたが、その後の大正、昭和の時代にかけては、取奪的な伐採が広範囲にわたって実施されたことが市役所への聴き取り調査によって明らかにされている¹⁵⁾。これら大正、昭和期の度重なる強度伐採の結果、移管直後の西駒演習林は低質な小径林に劣化していたと述べられているが¹⁵⁾、具体的な記録は残されていない。一方、信州大学に移管されたからの西駒演習林では、学生実習のために扇平で

11haのカラマツ林造成が行われた他は森林伐採は行われておらず、ハイマツ帯からオオシラビソ・シラビソの優占する亜高山帯常緑針葉樹林にかけての全域、および冷温帯広葉樹林の大部分は学術参考林として厳正に保全されている。

これまでに、西駒ステーションの植物相については大倉¹⁵⁾や兼子・馬場⁶⁾によって報告されているが、移管以降の林分発達については調べられていない。個体の発生から繁殖、枯死までの生活史過程に長大な時間を要する森林群落の発達¹⁴⁾を調べる上で、固定試験地を用いた調査法が有効である¹²⁾。本報では、西駒ステーションの長期的な森林動態を明らかにすることを目的として2008年に設定した固定試験区のデータを用いて、移管から53年後の林況を明らかにすると共に、年輪年代学的手法を併用して移管以前の人為攪乱のサイズと強度、および頻度¹⁹⁾を考察することを目的とした。

受付日 2016年12月22日

受理日 2017年2月12日

調査地および方法

信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育センター西駒ステーション4および7林班の丸尾根を調査地とした。丸尾根はダケカンバが混交するオオシラビソとシラビソの優占する亜高山帯常緑針葉樹林で、詳細な植生は兼子・馬場⁶⁾によって報告されている。平均傾斜28.6°の北東向き斜面の標高2,045m~2,453mの間に、3つの固定試験地を標高差200mの間隔で設置し、それぞれ2000区、2200区、2400区とした(図1)。表1にGPS(GPSMap 62s, Garmin社)で測位した固定試験区の位置情報を示した。固定試験区は水平距離が30mの方形で、縦横の方位がそれぞれ東西南北と一致するように設置した。試験区内を10m間隔で3分割し、計9個のサブプロットに分割した。

試験区内の樹高1.5m以上の全個体の胸高直径を、地上高1.2mで測定した。胸高直径は、大径木は円周長をスチール製巻尺を用いてミリメートル単位で測定し、小径木は直径をデジタルノギスを用いて0.1ミリメートル単位で測定した。優占種であるオオシラビソとシラビソについては、全個体の樹高を樹高測定機(Vertex III, Haglof社)と測程ボールを用いて測定した。枯死木についても直径と樹高の測定を同じ方法で行った。倒木については、直径のみを地際部で測定した。また、根株の断面直径をス

表1 試験区の位置情報

試験区	林班	北緯	東経	標高(m)
2000区	4い	35.81744°	137.83853°	2,045
2200区	7い	35.81384°	137.83707°	2,255
2400区	7い	35.81109°	137.83539°	2,453

標高はGPSに標高補正を施して求めた。

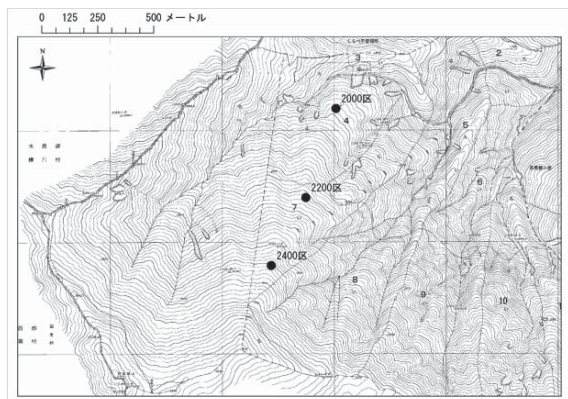


図1 調査区の位置

図中の黒丸は試験区を表す。2000区、2200区、2400区の標高は、それぞれ2,045m、2,255m、2,453mである。

チールメジャーを用いてミリメートル単位で測定し、断面の形状から人為伐採か自然枯損かを判別して記録した。以上の測定を2008年6月から10月にかけて行った。学名の記載は平凡社の日本の野生植物木本I, II^{16, 17)}にしたがった。

全天写真による相対照度の測定を試験区内に設けたサブプロットの交点16点にて、地上高1.5mで行った。全天写真はデジタルカメラ(COOLPIX 990, ニコン社)にフィッシュアイコンバーター(FC-E8, ニコン社)を装着して撮影し、得られた画像から全天空写真解析プログラム(CanopOn 2, <http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/>)を用いて相対照度(Standard Overcast Sky, 天頂は地平線近くの3倍明るいと仮定した場合の散乱光の透過率)を求めた。全天写真の撮影は、2009年の着葉期(9月10日と9月29日)と落葉期(10月17日と11月15日)に行った。

年輪解析の円盤試料採取を、優占種であるオオシラビソを対象として行った。樹高がおおよそ2m, 3m, 4mの3個体と、胸高直径がおおよそ5cm, 10cm, 15cmの3個体の計6個体を、それぞれ試験区近傍で伐倒し地際部の円盤を得た。試料採取個体はギャップの内側と周辺を避けて選んだ。円盤の採取は2008年9月に行った。円盤は表面を電動鋸で磨いた。年輪が狭く判別しにくい箇所は剃刀で削り、白チョークを塗り込んで判読しやすくした。平均的な半径方向の年輪幅を年輪幅測定装置(Tree Ring System, Velmex社)を用いて0.01mmの精度で計測した。任意の年輪が形成された年を決定する年代照合を目視とCOFECHAプログラム^{3,4)}を用いた統計的手法によって行った。

結 果

表2に各試験区の胸高断面積と本数密度を樹種別に表示した。全ての試験区に共通して出現する種はオオシラビソ(*Abies mariesii*)とシラビソ(*Abies veitchii*)、およびダケカンバ(*Betula ermanii*)とナナカマド(*Sorbus commixta*)で、タカネザクラ(*Prunus nipponica*)とコヨウラクツツジ(*Menziesia pentandra*)は2000区にのみ出現した。コマツガ(*Tsuga diversifolia*)とネコシデ(*Betula corylifolia*)は2000区と2200区に出現し、トウヒ(*Picea jezoensis* var. *hondoensis*)は2200区と2400区に出現した。胸高断面積合計は50.11~55.34m²/haの範囲にあり、2200区、2400区、2000区の順で大きい値を示した。本数密度は標高が高く

表2 胸高断面積と本数密度

試験区	樹種	胸高断面積合計 (m ² /ha)	胸高断面積比 (%)	本数密度 (本数/ha)	本数密度比 (%)
2000区	<i>Abies mariesii</i>	26.85	53.6	1,133	33.9
	<i>Abies veitchii</i>	9.30	18.6	567	17.0
	<i>Tsuga diversifolia</i>	4.56	9.1	1,011	30.2
	<i>Betula ermanii</i>	5.08	10.1	289	8.6
	<i>Sorbus commixta</i>	2.86	5.7	144	4.3
	<i>Prunus nipponica</i>	0.96	1.9	111	3.3
	<i>Betula corylifolia</i>	0.11	0.2	56	1.7
	<i>Menziesia pentandra</i>	0.39	0.8	33	1.0
	合計	50.11	100	3,344	100
2200区	<i>Abies mariesii</i>	28.90	52.2	2,767	68.4
	<i>Abies veitchii</i>	19.07	34.5	867	21.4
	<i>Picea jezoensis</i> var. <i>hondoensis</i>	0.16	0.3	33	0.8
	<i>Tsuga diversifolia</i>	0.04	0.1	11	0.3
	<i>Betula ermanii</i>	0.50	0.9	144	3.6
	<i>Sorbus commixta</i>	6.56	11.8	133	3.3
	<i>Betula corylifolia</i>	0.12	0.2	89	2.2
		合計	55.34	100	4,044
2400区	<i>Abies mariesii</i>	23.08	44.3	3,889	56.1
	<i>Abies veitchii</i>	19.40	37.2	2,156	31.1
	<i>Picea jezoensis</i> var. <i>hondoensis</i>	1.30	2.5	189	2.7
	<i>Betula ermanii</i>	5.91	11.3	100	1.4
	<i>Sorbus commixta</i>	2.41	4.6	600	8.7
		合計	52.10	100	6,933

表3 オオシラビソとシラビソの樹高と直径

試験区	樹種	n	樹高 (m)			胸高直径 (cm)		
			平均	最大	最小	平均	最大	最小
2000区	<i>Abies mariesii</i>	92	11.8 (±5.0)	20.9	2.9	16.3 (±8.0)	33.5	4.0
	<i>Abies veitchii</i>	47	10.6 (±4.3)	19.9	4.0	13.5 (±6.5)	28.9	4.5
2200区	<i>Abies mariesii</i>	224	7.0 (±5.1)	17.2	1.5	9.8 (±6.9)	28.1	1.8
	<i>Abies veitchii</i>	73	10.0 (±4.9)	18.5	1.8	15.0 (±8.4)	32.7	1.8
2400区	<i>Abies mariesii</i>	340	3.8 (±3.1)	14.5	1.5	6.8 (±5.6)	33.5	1.7
	<i>Abies veitchii</i>	185	4.5 (±4.0)	14.4	1.5	7.5 (±8.0)	32.8	1.1

数値は、平均値と標準偏差を表す

なるにしたがって3,344本/ha から6,933本/ha へと増加した。各試験区とも、胸高断面積比はオオシラビソが最も大きく、次いでシラビソが大きい値を示し、両樹種でそれぞれの試験区の7割から9割近くを占めた。本数密度比は各試験区ともオオシラビソが最も高く、次いで2200区と2400区ではシラビソが高い値を示した。2000区ではコメツガの本数密度比がオオシラビソと同程度に高かった。

表3にオオシラビソとシラビソの樹高と胸高直径を示した。樹高と直径は両樹種とも、標高が高くなるにしたがって低下した。

表4に着葉期と落葉期の相対照度を示した。着葉

表4 試験区の光環境

試験区	n	相対照度 (%)	
		着葉期	落葉期
2000区	16	15.5 (±0.49)	16.1 (±1.46)
2200区	16	10.1 (±3.17)	13.9 (±1.94)
2400区	16	11.7 (±2.98)	16.8 (±7.03)

相対照度は、天頂は地平線近くの3倍明るいと仮定した場合の散乱光の透過率 (SOC) である。全天写真の撮影は、2009年の9月10日と29日 (着葉期)、および10月17日と11月15日 (落葉期) に行った。数値は、平均値と標準偏差を表す。

期と落葉期の相対照度は、それぞれ10.1~15.5%と

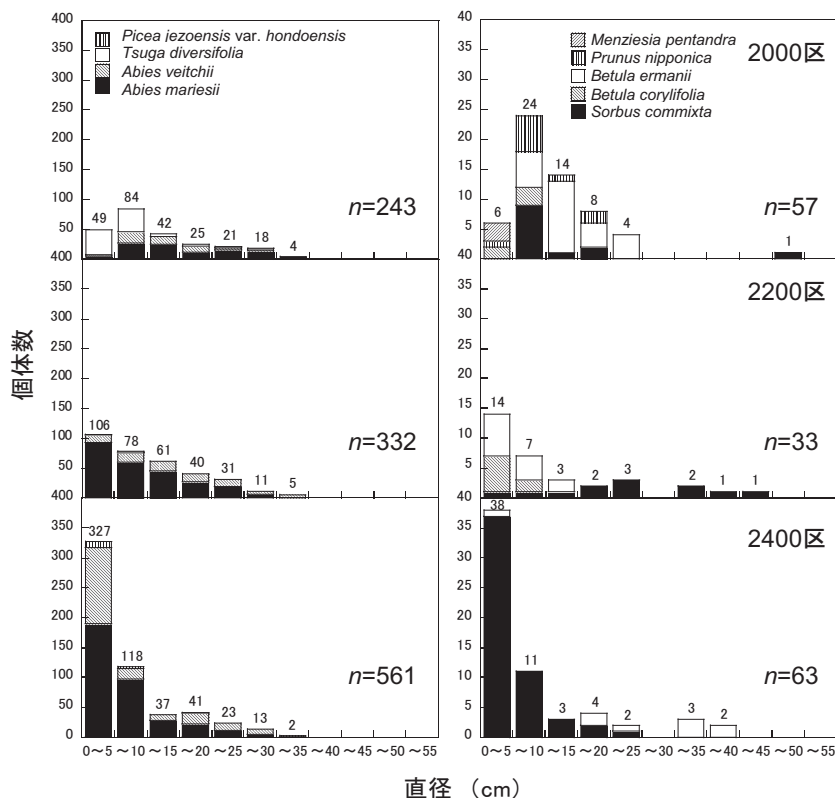


図 2 針葉樹 (左図) および広葉樹 (右図) の直径階別本数分布
 バーの上の数値は個体数を表す。

13.9~16.8%の範囲にあり、着葉期、落葉期共に胸高断面積合計の最も大きい2200区が最も暗かった。

図 2 に針葉樹と広葉樹の直径階分布を示した。2000区では、針葉樹、広葉樹共に 5~10cm の階級にピークを持つ一山型の分布型を示した。2200区と

2400区では、直径が大きくなるにしたがって個体数が減少する L 字型の分布型を示した。直径 10cm 以下の小径木は、針葉樹、広葉樹共に 2400区が 2200区より多かった。針葉樹においては胸高直径が 35cm を越える大径の個体は見られず、広葉樹においても

表 5 枯死木および倒木の断面積と本数密度

試験区	種類	断面積合計 (m ² /ha)	断面積比 (%)	本数密度 (本数/ha)	本数密度比 (%)
2000区	枯死木 (針葉樹)	6.37	85.2	2,422	94
	枯死木 (広葉樹)	0.85	11.4	144	6
	枯死木計	7.22	96.5	2,566	100
	倒木	0.26	3.5	11	0
	合計	7.48	100	2,577	100
2200区	枯死木 (針葉樹)	4.36	68.2	1,278	89
	枯死木 (広葉樹)	0.17	2.7	111	8
	枯死木計	4.53	70.9	1,389	97
	倒木	1.86	29.1	44	3
	合計	6.39	100	1,433	100
2400区	枯死木 (針葉樹)	2.62	25.5	633	77
	枯死木 (広葉樹)	0.05	0.5	33	4
	枯死木計	2.67	26.0	666	81
	倒木	7.62	74.0	156	19
	合計	10.29	100	822	100

枯死木および倒木の直径は、それぞれ胸高と地際位置で測定した。倒木は針葉樹と広葉樹を合わせて示した。

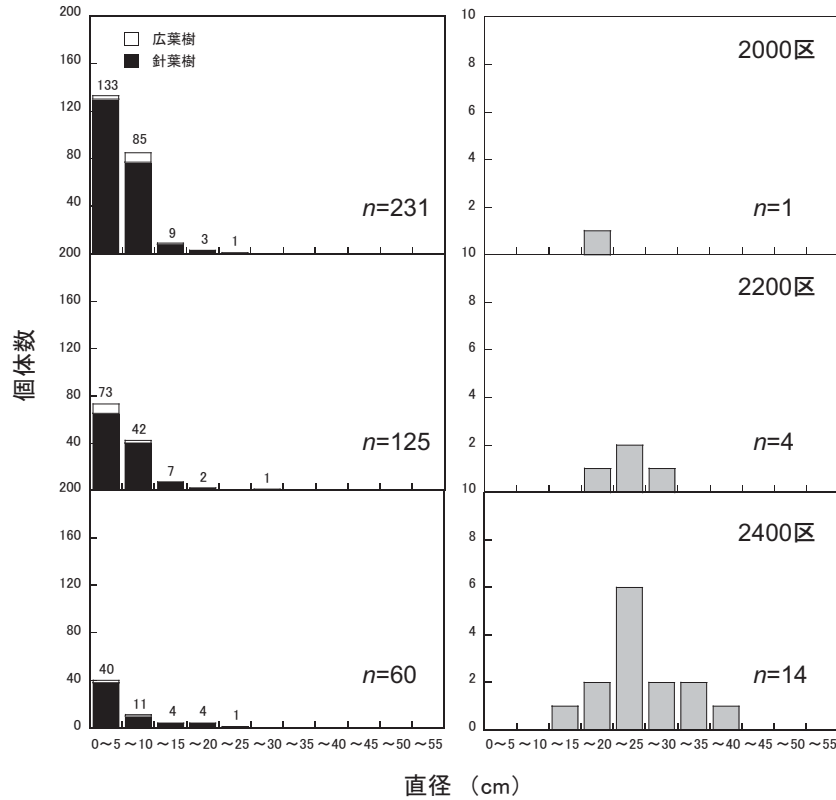


図3 枯死木（左図）および倒木（右図）の直径階別本数分布
 枯死木および倒木の直径は、それぞれ胸高と地際位置で測定した。倒木は針葉樹と広葉樹を合わせて示した。バーの上の数値は個体数を表す。

大径の個体は少なかった。

表5に枯死木と倒木の断面積と本数密度を示した。枯死木の断面積と本数密度は、すべての試験区で針葉樹が広葉樹より高い割合を示した。また、針葉樹、広葉樹共に試験区の標高が高くなるにしたがって枯死木の断面積と本数密度は低下した。逆に、倒木の

断面積と本数密度は標高が高くなるにしたがって増加し、2400区では断面積比で7割を越えた。

図3に枯死木と倒木の直径階分布を示した。すべての試験区で、枯死木は直径が大きくなるにしたがって個体数が減少するL字型の分布型を示した。枯死木の大部分は10cm以下の階級に存在し、20cm

表6 根株の断面積と本数密度

試験区	根株の種類	断面積合計 (m ² /ha)	断面積比 (%)	本数密度 (本数/ha)	本数密度比 (%)
2000区	人為伐採	11.5	45	278	50
	自然枯損	6.4	25	133	24
	不明	7.9	30	144	26
	合計	25.8	100	555	100
2200区	人為伐採	15.8	33	289	35
	自然枯損	17.5	37	333	41
	不明	14.6	30	200	24
	合計	47.9	100	822	100
2400区	人為伐採	18.8	54	222	27
	自然枯損	9.7	28	467	57
	不明	6.2	18	133	16
	合計	34.7	100	822	100

根株の種類は断面の形状から判別した。

を越える階級ではほとんど枯死個体は見られなかった。倒木の直径階分布は、2200区と2400区で20~25cmの階級にモードを持つ正規分布型を示した。倒木本数の多い2400区では、10cmから40cmまでの広い階級にわたって分布していた。

表6に根株の断面積と本数密度を示した。人為伐採と見られる断面積は標高が高くなるにしたがって $11.5\text{m}^2/\text{ha}$ から $18.8\text{m}^2/\text{ha}$ へと増加した。また、本数密度は222~289本/haの範囲にあり、2200区、2000区、2400区の順で高い値を示した。自然枯損木の断面積は $6.38\sim 17.5\text{m}^2/\text{ha}$ の範囲にあり、2200区、2400区、2000区の順で大きい値を示した。また、本数密度は標高が高くなるにしたがって133本/haから467本/haへと増加した。

図4に根株の直径階分布を示した。根株の直径は0~55cmまでの広い階級に分布し、15~25cmの階級にモードを持つ正規分布型を示した。人為伐採

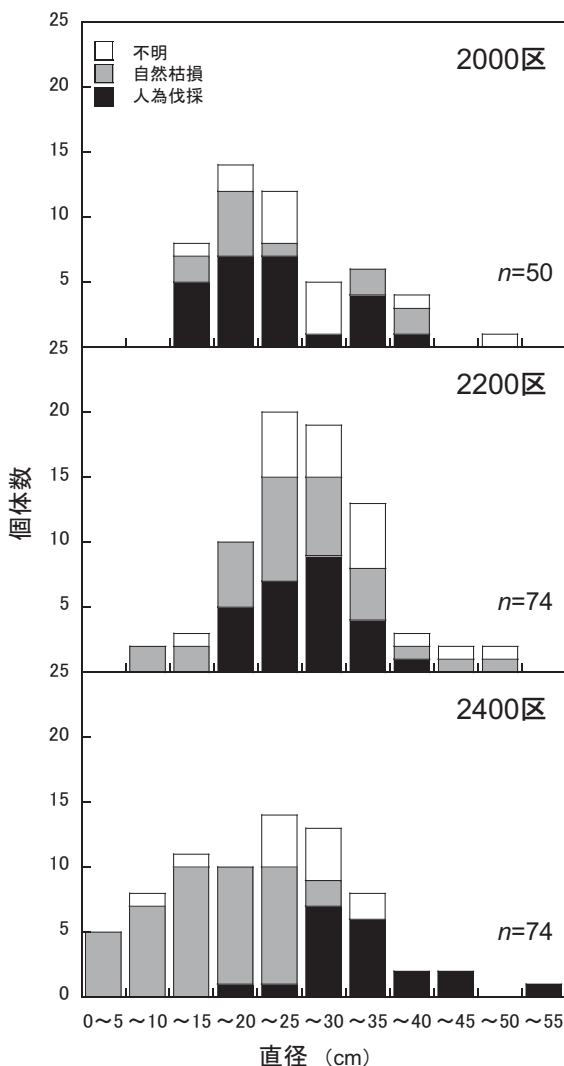


図4 根株断面の直径階別本数分布
根株の種類は断面の形状から判別した。

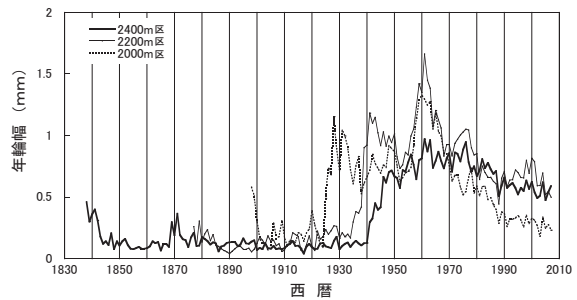


図5 オオシラビソ年輪幅のクロノロジー

年輪幅は個体サイズの異なる6個体から、目視と統計的手法を用いて年代照合を行って求めた。

と見られる伐根は、2000区では小径、2200区では中径、2400区では大径の階級に分布する傾向が見られた。自然枯損による根株は2000区と2200区ではほぼすべての階級に分布していたが、2400区では小径の階級に偏って分布していた。

図5にオオシラビソ年輪幅の時系列変動を示した。2000区と2200区では始め、それぞれ1920年代と1930年代に年輪幅が急激に増大した。2400区では1940年代から1950年代にかけて増大した。2000区と2200区では1950年代に再び増大し、1960年代初頭に全ての試験区で一斉にピークを迎えた。ピーク時の年輪幅は、2000区と2200区が2400区より大きかった。また、2000区と2200区では2回目のピークが1回目より大きかった。ピーク到達後、2000区と2200区の年輪幅は急激に低下したが、2200区では1970年以降緩やかに低下した。2400区ではピーク到達後の急激な低下は見られず、緩やかに低下した。

考 察

1. 過去の攪乱サイズと強度、および頻度

本調査の結果、移管以前の西駒演習林は広範囲にわたって強度の伐採が複数回実施されていたことが確認された。移管直前までの度重なる伐採の結果、標高2,045mから2,453mの森林限界間近に至るまで、本数密度で222~289本/ha、地際部の断面積合計で $11.5\sim 18.8\text{m}^2/\text{ha}$ の立木が伐採されたことが判明した(表6)。これは、現在試験区内に存在する根株断面積合計の33~54%に相当した。伐採は10cm程度の小径木から50cm以上の大径木にまでおよび(図4)、2000区では30年間隔、2200区では20年間隔、2400区では10年の間隔で2回にわたって実施されていた(図5)。過去の伐採としては、1920年頃から7ヶ年間継続して用材が伐採されたことが記録されており¹⁵⁾、1920年代から1930年代にかけての2000区と2200区の急激な年輪成長がこの伐採記録を

裏付けている(図5)。またこの結果は、大正年間の伐採では用材生産を主目的とした強度の伐採が標高2,300m付近まで行われたとする大倉¹⁵⁾の記述とも符合する。遅れて1940年代に年輪が急成長した2400区では、該当する伐採記録は残されていないが、記録に残る以外の伐採も行われていたのかも知れない。2回目の伐採は1952年から移管後1年目の1956年まで5年間継続して岩倉木材によって行われた¹⁵⁾。1960年代初頭に2000区から2400区にかけて一斉にピークを迎えた年輪成長がこの伐採記録を裏付けている。2400区では年輪幅から2回目の伐採と1回目の伐採を区別することは出来ないが、2回目の伐採では資源量に枯渇を生じ、16年生以上の若木もパルプ用材として収穫の対象とされた¹⁵⁾等の記述から、2回目の伐採も確実に標高2,453mまで到達していたと思われる。

図5より、1920年頃に始まる1回目の伐採が標高の低い林分から高い林分へと徐々に上がって行ったことが読みとれるが、このことは、人為由来の伐根断面積合計(表6)および径級(図4)が、標高が上がるにしたがって大きくなった理由を説明する。すなわち、1950年代に行われた2回目の伐採では、標高の低い林分では1回目の伐採によってめばしい大木はすでに伐られていたため、予定出材量達成のために小径木まで伐らざるを得ず、大径木が比較的多く残っていた高標高林分ほど、大きな木が多く収穫されたと思われる。また、2400区で見られた大径木の伐根は、図2よりダケカンパである可能性が高い。このように過去の伐採では、高標高の大径広葉樹までも伐採されていた。

本調査は4、7林班の標高2,045~2,453mにかけて行われたが(図1)、人為由来の伐根はステーション内の至るところに見受けられることから、本調査で明らかにされた程度と同程度の伐採が演習林内の広範囲にわたって実施されていた可能性が高い。

2. 現在の林況

過去2回にわたる強度伐採の結果、西駒ステーションのオオシラビソ・シラビソ林には現在大径木は存在せず、枯死木も小径の個体に偏っている(図2, 3)。このように、成熟林を特徴づける大径の立木と枯死木^{9,18,13)}が見当たらないことから、本ステーションの亜高山帯常緑針葉樹林は比較的若い未成熟¹¹⁾な二次林であると位置づけられる。

人為攪乱からおおよそ50年が経過した西駒ステーションは標高によって林分構造が異なっていた。標高の最も低い2000区は、本数密度が最も低く後継樹

は少なく小径の枯死個体が多数存在し、林内も明るい(表2, 4, 5, 図2, 3)。これらの特徴から、標高2,045mは林冠が閉鎖してから対応の時間が経過し、自然枯死の進行した林分であるといえる。胸高断面積が最も大きい2200区は、林内も暗いが2000区より後継樹は多く、逆に枯死個体は少ない(表2, 4, 5, 図2, 3)。これらの特徴から、標高2,255mは林冠閉鎖後間もない林分であるといえる。標高の最も高い2400区は、本数密度が最も高く小径木が多く、枯死個体は少ない(表2, 5, 図2, 3)。これらの特徴から、標高2,453mは林分発達段階の初期状態に留まっているといえる。高標高の2400区が林分発達段階の初期状態に留まっている原因として、多量に発生する中径の倒木(図3)によって形成された林冠ギャップを利用して、後継樹が次々と更新していることが挙げられる(図2)。厳しい自然環境に晒される森林限界に近い2,453mは、樹高成長が抑制されることに加えて(表3)、風害^{7,8,9,20)}や雪害⁵⁾等により頻繁に倒木が発生して林冠ギャップが形成されることから、林冠が鬱閉せず林分発達の初期状態を長期間にわたって維持していると考えられる。

以上のように、現時点では人為攪乱後の西駒ステーションの亜高山帯常緑樹林には標高によって林分発達到明瞭な差異が認められ、標高が高い林分ほど発達が遅れた段階にあることが明らかとなった。標高による林分発達段階の差異は主に温度環境の違いによってもたらされていると考えられる^{1,2,10)}。今後、標高2,255mの林分は時間的な遅れを伴いながら標高2,045mの林分構造に近づいて行くことが予想される。一方、倒木によるギャップ形成も林分発達を抑制する因子として無視出来ないと考えられる森林限界に近い2,453mの林分においては、温度環境に律速される以上に林分発達到遅延が生じる可能性がある。現在、固定試験地のセンサスを通じてこれらの仮説検証を行っている。

謝 辞

本調査を行うにあたって、森田元気君、高瀬雅生君、牛島俊平君、大村拓郎君には野外測定を手伝っていただいた。ここに、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Carter G A., Smith W K. and Hadley J L. (1988) Stomatal conductance in three conifer species at different elevations during summer in Wyoming.

- Can. J. For. Res. 18: 242-246.
- 2) DeLucia E H. and Smith W K. (1987) Air and soil temperature limitations on photosynthesis in Engelmann spruce during summer. Can. J. For. Res. 17: 627-633.
 - 3) Holmes R L. (1983) Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. Tree-Ring Bull. 43: 69-78.
 - 4) Holmes R L. (1994) Dendrochronology program library version 1994. Laboratory of Tree-Ring research, University of Arizona, Tucson.
 - 5) Kajimoto T., Seki T., Ikeda S., Daimaru H., Okamoto T. and Onodera H. (2002) Effects of snowfall fluctuation on tree growth and establishment of subalpine *Abies mariesii* near upper forest-limit of Mt. Yumori, northern Japan. Arctic, Antarctic and Alpine Research 34: 191-200.
 - 6) 兼子嘉次・馬場多久男 (1992) 西駒演習林登山ルートの植物分布. 信大演報29: 97-146.
 - 7) Kanzaki M. and Yoda K. (1986) Regeneration in subalpine coniferous forests II. Mortality and the pattern of death of canopy trees. Bot. Mag. 99: 37-51.
 - 8) Kimura M., Kimura W., Honma S., Hasuno T. and Sasaki T. (1986) Analysis of development of a subalpine *Abies* stand based on the growth processes of individual trees. Ecol. Res. 1: 229-248.
 - 9) 小見山章・安藤辰夫・小野 章 (1981) 御岳山・亜高山帯天然林の動態(II)上層木の枯死状況. 岐阜大農研報45: 307-321.
 - 10) Körner C. (2003) Alpine plant life. 344pp, Springer, Heidelberg.
 - 11) 正木 隆・相場慎一郎 (2011) 森林生態学. 293pp, 共立出版, 東京.
 - 12) 正木 隆・田中 浩・柴田銃江 (2006) 森林の生態学—長期大規模研究からみえるもの—. 383pp, 文一総合出版, 東京.
 - 13) Mori A S., Mizumachi E. and Komiyama A. (2007) Roles of disturbance and demographic non-equilibrium in species coexistence, inferred from 25-year dynamics of a late-successional old-growth subalpine forest. For. Ecol. Manage. 241: 74-83.
 - 14) 中静 透・山本進一 (1987) 自然攪乱と森林群集の安定性. 日生誌37: 19-30.
 - 15) 大倉精二 (1957) 西駒演習林樹木誌. 信大演報 1: 1-72.
 - 16) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫 (1989) 日本の野生植物木本 I. 321pp, 平凡社, 東京.
 - 17) 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫 (1989) 日本の野生植物木本 II. 305pp, 平凡社, 東京.
 - 18) 脇坂芳夫・寺岡行雄 (2004) 老齢照葉樹林における直径分布の q 値による解析について. 九州森林研究57: 50-53.
 - 19) 山本進一 (1984) 森林の更新—そのパターンとプロセス—. 遺伝38: 43-50.
 - 20) 山中典和・安藤信・玉井重信 (1994) 南アルプス亜高山帯常緑針葉樹林の齡構造と更新過程. 森林立地36: 28-35.

Stand structure of subalpine evergreen conifer forest 50 years after anthropogenic disturbance in Nishikoma Station, Shinshu University Forests

Hajime KOBAYASHI *, **Taichi YOSHIMURA ****, **Suguru MIO *****, **Koh YASUE ******, **Yukio NOMIZO ***,
Wataru KINOSHITA *, **Toshinobu SAKAI ***, **Hiroaki SHIRASAWA *** and **Teruo ARASE ***

* Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

** Hiroshima Prefectural Office

*** The Japan Kinoko Research Center Foundation

**** Institute of Mountain Science, Shinshu University

Summary

The stand structure of a subalpine evergreen conifer forest was analyzed using data obtained from three 0.09ha permanent plots set at different elevations in Nishikoma Station, Shinshu University Forests. Furthermore, the size, magnitude and frequency of anthropogenic disturbance in the past were

discussed from the numbers and sizes of the stumps and the width of annual tree rings. The analysis revealed that trees were cut intensively several times in wide areas in the past. The basal area of felled trees corresponded to 33~54% of the stump, present in the stand. The lack of large trees and the presence of only small dead trees characterizes the *Abies* stand of Nishikoma Station as an immature secondary forest, approximately 50 years after anthropogenic disturbance. There was a clear difference in the forest development among elevations after disturbance. The procession of the forest development delayed as the elevation of the stand increased. It is assumed that the delay of the forest development at high elevation is mainly due to low temperature. In addition, it is suggested that formation of forest gaps by stem breakage and uprooting may also limit the procession of forest development at high elevation.

Key words : deforestation, elevation, forest development, gap formation, secondary forest