

六甲山上区域における森林整備：持続的資源利用を目指して

神戸大学農学部資源生命科学科

神谷 円香

1. 目的

神戸市では、六甲山森林整備戦略（2012）において「多様な樹齢・樹種で構成される森林」や「森林の持続可能な管理と森林資源の活用を推進」を目標に掲げている。しかし、現状把握と森林整備が追い付いておらず、管理が行き届いていない森林では景観の悪化や土砂災害や病害虫の発生、遷移の進行に伴う種多様性の低下など様々な問題が懸念されている。そこで本研究では、六甲山上区域において異常繁茂・大径木化が確認された常緑中木のアセビ（*Pieris japonica*）に着目して調査を行った。調査結果から、アセビが繁茂するに至った経緯や、アセビ繁茂林の現状と問題点を把握するとともに、今後の植生遷移を予測し、森林管理の方向性や森林資源の活用法について検討した。

2. 調査地概要

調査は六甲山のダイヤモンドポイント付近（北緯 34° 45′ 東経 135° 13′ ）において行った。標高は約 750～800m で、環境省の自然環境保全基礎調査（2010）による植生では、アカマツ・モチツツジ群集やコナラ・アベマキ群集が中心となっている。また、下層植生はミヤコザサ（*Sasa nipponica*）に覆われている。尚、本研究の調査地は六甲山森林整備戦略（2012）における戦略的ゾーニングにおいて「⑤憩いと学びの森」に含まれており、「森林体験や環境学習の場として各種モデル的な整備を進めるゾーン」に設定されている。

3. 調査方法

（1）植生調査

アカマツやアセビの優占度合いが段階的に異なる場所に 15m×15m の調査区を 4 ヶ所設置し、それぞれを「多樹種区」、「アセビ繁茂区」、これらの中間として「中間区Ⅰ」、「中間区Ⅱ」とした。各調査区において、樹高 1.3m 以上の木本の樹種判定、胸高直径・樹高測定、毎木調査を行った。また、各調査区において 1/9 区画（5m×5m）ごとにミヤコザサの被度を測定し、稈高を各調査内の合計 5 地点において各 3 本ずつ、合計 15 本測定し、これらの平均値を求めた。さらに、木本の実生更新の度合いを把握するため、各調査区の樹高 0.3m 以上 1.3m 未満の木本（稚樹）の樹種と個体数を記録した。

（2）成長錐による年輪解析

各林分の成立過程と年齢構造を調べるため、成長錐を用いて各調査区内のアセビ 19 個体 58 本（株立ち含む）およびアカマツ全個体（7 個体）、コナラ 5 個体、リョウブ 1 個体、ヤマナラシ 1 個体の地上高約 30cm のコア試料を採取した。アセビは各調査区内において胸高直径が大きい順に採取木を選出し、主幹および株立ちした全ての幹からコア資料を採

取した。

(3) 光環境の測定

各調査区の光環境を測定するため、魚眼レンズを用いて全天写真を撮影し開空度を算出した。撮影はミヤコザサに覆われない地上高 1.3m 地点で行い、ミヤコザサの稈高測定時と同様に各調査区内の合計 5 地点で撮影し開空度の平均値を求めた。

■ 各調査区の様子

多樹種区



中間区 I



中間区 II



アセビ繁茂区



4. 結果と考察

各調査区で最も BA 割合が高い最優占種は多樹種区と中間区 I ではアカマツであり、中間区 II とアセビ繁茂区ではアセビであった(表 1)。各調査区で最も個体数が多い樹種は、多樹種区と中間区 I ではコバノミツバツツジであり、中間区 II とアセビ繁茂区ではアセビであった。中間区 II とアセビ繁茂区のアセビの個体数割合は、調査区内の全個体数の約 50%を占めていた。胸高直径(DBH)階の頻度分布を見ると、多樹種区や中間区 I では DBH20~30cm 以上にアカマツやコナラなどの高木種、DBH5cm~30cm の範囲にアセビやソヨゴ、リョウブ、タンナサワフタギなどの中木種、DBH10cm 未満にコバノミツバツツジやクロモジなどの低木種が多く見られたが、DBH5cm 未満の高木種や中木

表 1. 各調査区の種組成

樹種	BA合計		個体密度		幹本数密度		胸高直径(cm)				樹高(m)			
	m ² /ha	%	本/ha	%	本/ha	%	平均	S.S.D	最大	最小	平均	S.S.D	最大	最小
多樹種区														
アカマツ	13.8	35.0	88.9	3.4	88.9	1.7	43.5	12.5	52.3	34.7	12.0	1.8	13.3	10.7
コナラ	8.1	20.7	88.9	3.4	133.3	2.5	25.7	13.2	34.2	10.5	13.3	5.7	17.3	9.3
コバノミツバツツジ	4.7	12.0	666.7	25.4	2133.3	39.7	4.1	1.0	6.7	1.3	4.6	0.6	5.8	3.5
アセビ	3.4	8.6	266.7	10.2	400.0	7.4	9.4	3.1	13.5	1.9	4.7	2.2	6.8	1.0
ソヨゴ	3.0	7.7	88.9	3.4	133.3	2.5	13.9	12.0	25.7	1.8	9.9	0.1	10.0	9.8
ヤマボウシ	2.9	7.3	44.4	1.7	88.9	1.7	16.5	1.9	18.3	14.5	10.6	—	10.6	10.6
タンナサワフタギ	1.7	4.2	400.0	15.3	533.3	9.9	6.0	2.0	8.9	2.4	6.8	2.0	8.9	3.4
ベニドウダン	0.9	2.2	44.4	1.7	44.4	0.8	9.0	1.2	9.8	7.6	6.7	—	6.7	6.7
リョウブ	0.3	0.8	88.9	3.4	177.8	3.3	3.8	3.4	8.2	0.9	6.3	2.9	8.3	4.2
クロモジ	0.3	0.6	533.3	20.3	1244.4	23.1	1.4	0.7	3.8	0.1	2.4	1.1	4.1	0.7
ネジキ	0.1	0.4	44.4	1.7	44.4	0.8	6.5	—	6.5	6.5	6.9	—	6.9	6.9
カマツカ	0.1	0.3	44.4	1.7	44.4	0.8	5.3	—	5.3	5.3	—	—	5.3	5.3
コバノガマズミ	0.01	0.04	44.4	1.7	88.9	1.7	1.4	0.6	1.8	1.0	0.6	—	0.6	0.6
イヌツゲ	0.01	0.03	44.4	1.7	44.4	0.8	1.2	0.1	1.3	1.2	0.7	—	0.7	0.7
スノキ	0.01	0.01	44.4	1.7	44.4	0.8	0.9	0.01	0.9	0.9	0.6	—	0.6	0.6
ヤマツツジ	0.003	0.01	44.4	1.7	44.4	0.8	1.0	—	1.0	1.0	2.5	—	2.5	2.5
コアジサイ	0.001	0.002	44.4	1.7	88.9	1.7	0.3	0.2	0.4	0.2	1.7	—	1.7	1.7
総計	39.3	100.0	2622.2	100.0	5377.8	100.0	5.3	6.6	52.3	0.1	5.2	3.3	17.3	0.6
中間区 I														
アカマツ	17.2	39.4	133.3	2.8	133.3	1.8	39.9	8.4	48.1	31.2	16.9	2.1	19.3	15.3
アセビ	5.8	13.3	844.4	17.9	1555.6	20.5	6.2	2.3	10.7	2.0	5.0	1.5	8.0	2.8
ソヨゴ	5.6	12.8	577.8	12.3	711.1	9.4	9.4	3.5	18.3	5.0	7.1	1.7	10.1	4.4
リョウブ	4.9	11.3	577.8	12.3	755.6	9.9	8.1	3.7	13.0	0.4	8.3	0.9	9.8	6.6
コバノミツバツツジ	3.7	8.4	2000.0	42.5	3377.8	44.4	3.4	1.0	6.0	1.2	5.0	0.8	6.5	3.4
ネジキ	2.6	5.9	177.8	3.8	488.9	6.4	6.4	3.6	17.4	0.7	7.9	1.0	9.0	6.8
コナラ	2.0	4.7	44.4	0.9	44.4	0.6	24.2	—	24.2	24.2	11.7	—	11.7	11.7
ベニドウダン	1.3	3.1	88.9	1.9	266.7	3.5	7.8	2.1	10.5	4.7	7.1	0.3	7.3	6.9
ヤマウルシ	0.5	1.0	88.9	1.9	88.9	1.2	7.9	2.1	9.4	6.4	7.7	0.4	7.9	7.4
カマツカ	0.1	0.1	88.9	1.9	88.9	1.2	2.9	0.5	3.3	2.6	4.0	0.4	4.3	3.7
ヤマツツジ	0.002	0.01	88.9	1.9	88.9	1.2	0.5	0.4	0.8	0.2	1.6	0.1	1.6	1.5
総計	43.7	100.0	4711.1	100.0	7600.0	100.0	6.1	5.6	48.1	0.2	6.2	2.6	19.3	1.5
中間区 II														
アセビ	20.3	34.3	2355.6	49.5	3777.8	45.5	7.5	2.7	15.4	2.5	5.2	1.8	11.7	1.4
リョウブ	14.7	24.8	666.7	14.0	1155.6	13.9	11.1	5.3	19.2	0.5	8.2	2.2	11.5	4.3
ネジキ	6.6	11.1	311.1	6.5	888.9	10.7	8.7	4.3	16.2	3.2	7.0	1.4	8.5	4.4
アカマツ	6.3	10.7	44.4	0.9	44.4	0.5	42.5	—	42.5	42.5	20.2	—	20.2	20.2
ソヨゴ	5.5	9.3	133.3	2.8	266.7	3.2	15.5	5.0	22.9	8.6	12.1	0.8	12.6	11.2
コナラ	2.4	4.0	88.9	1.9	88.9	1.1	18.4	0.3	18.6	18.2	10.2	1.6	11.3	9.0
コバノミツバツツジ	2.3	3.9	844.4	17.8	1333.3	16.0	4.6	1.1	6.7	3.1	5.4	0.6	6.7	4.6
タンナサワフタギ	0.5	0.9	88.9	1.9	88.9	1.1	8.5	0.0	8.5	8.5	7.3	3.0	9.4	5.2
ウメモドキ	0.3	0.6	133.3	2.8	577.8	7.0	2.0	1.9	5.6	0.4	4.1	2.4	6.1	1.5
ヤマツツジ	0.2	0.3	44.4	0.9	44.4	0.5	7.4	—	7.4	7.4	5.6	—	5.6	5.6
ヤマウルシ	0.1	0.2	44.4	0.9	44.4	0.5	5.5	—	5.5	5.5	7.1	—	7.1	7.1
総計	59.1	100.0	4755.6	100.0	8311.1	100.0	7.9	5.0	42.5	0.4	6.2	2.7	20.2	1.4
アセビ繁茂区														
アセビ	28.7	67.5	933.3	55.3	1866.7	63.6	10.1	4.6	23.8	2.4	6.0	0.6	7.0	4.8
ヤマナラシ	7.8	18.4	177.8	10.5	177.8	6.1	23.4	4.1	27.8	17.9	13.2	1.2	14.8	12.0
アカマツ	4.2	9.8	44.4	2.6	44.4	1.5	34.6	—	34.6	34.6	13.9	—	13.9	13.9
コバノミツバツツジ	1.0	2.2	177.8	10.5	355.6	12.1	4.9	2.0	9.5	2.7	4.8	1.0	6.0	3.7
カマツカ	0.4	1.0	44.4	2.6	133.3	4.5	6.2	1.5	7.3	4.4	5.4	—	5.4	5.4
タンナサワフタギ	0.3	0.6	44.4	2.6	44.4	1.5	8.8	—	8.8	8.8	6.8	—	6.8	6.8
ヤマツツジ	0.2	0.4	266.7	15.8	311.1	10.6	2.6	1.2	4.0	0.3	3.6	1.1	4.6	1.5
総計	42.6	100.0	1688.9	100.0	2933.3	100.0	9.7	6.2	34.6	0.3	6.4	2.9	14.8	1.5

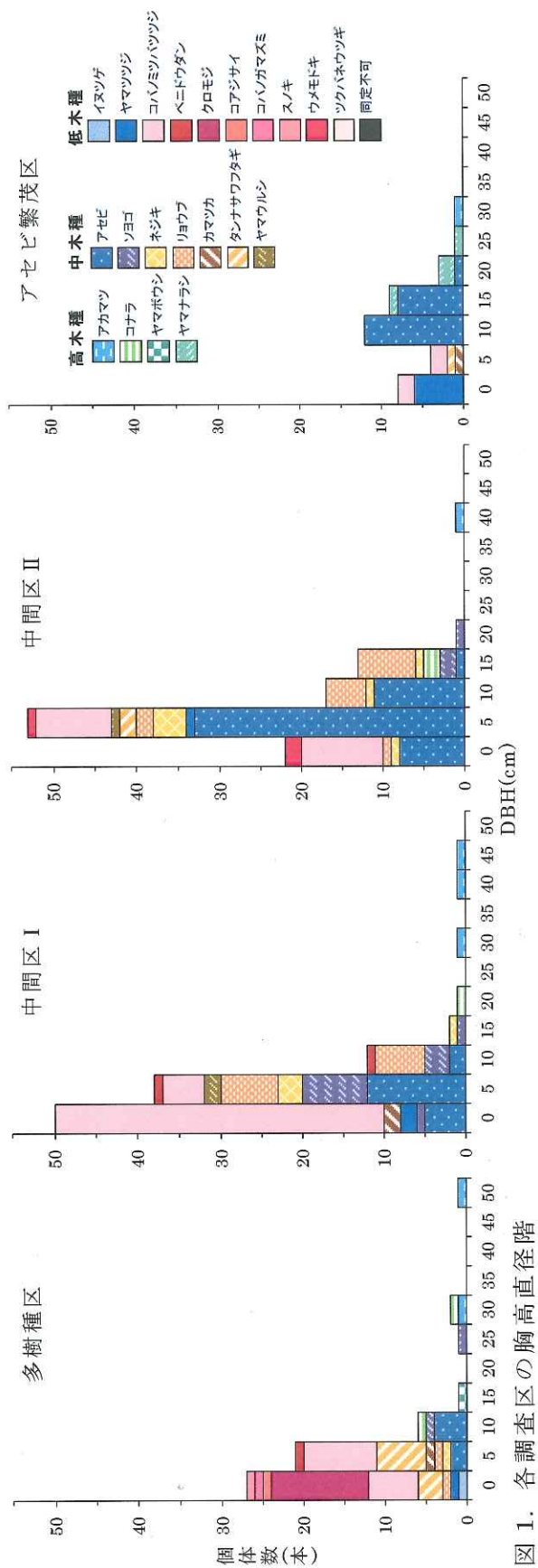


図 1. 各調査区の胸高直径階

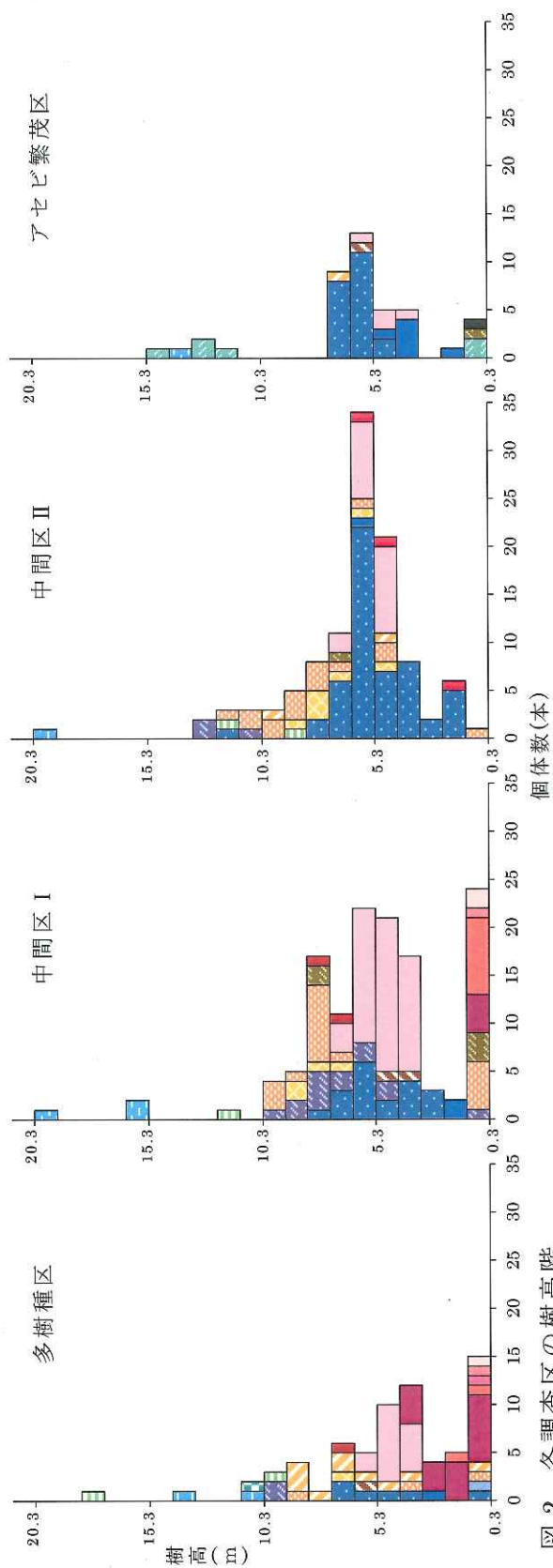


図 2. 各調査区の樹高階

種がほとんど見られず、これらは林内で更新していないことが示された（図 1）。中間区Ⅱやアセビ繁茂区では、DBH5cm 以上 15cm 未満の個体数が多く、全体で見ると一山型の頻度分布を示した。多樹種区や中間区Ⅰと同様に、優占種が林内で更新していないことが示唆された。アカマツは全調査区で合計 7 個体見られたが、全て DBH が 30cm 以上の個体であった。調査区ごとの全樹種の DBH の平均値は、アセビ繁茂区になるにつれて大きくなっていった（表 1）。

多樹種区や中間区Ⅰでは樹高 10.3m 以上の高木層にアカマツやコナラ等の高木が見られた（図 2）。樹高 10.3m 未満の中木層、低木層ではアセビやソヨゴ、リョウブ、タンナサワフタギ、コバノミツバツツジ、クロモジなどが様々な高さで見られ、樹高 1.3m 未満の個体数が一番多く、低・中木層に多様な樹種が見られた。中間区Ⅱやアセビ繁茂区では中木層をアセビが占める割合が高く、低木層の個体数が少なかった。アセビ繁茂区において、アセビの林冠層の様子を直接観察するため、プロットのすぐ横のアカマツにロープで登り、樹上約 10m 付近からアセビ繁茂区の様子を撮影したところ、中木層をアセビの林冠層が覆っておりアセビ層の上に高木のアカマツが数本点在している様子が実際に確認された（図 3）。



図 3. アセビ繁茂区の様子
近くのアカマツ樹上約 10m 地点から撮影

表 2. 各調査区の植生調査結果

	多樹種区	中間区Ⅰ	中間区Ⅱ	アセビ繁茂区
樹種数	17種	11種	11種	7種
個体数	59個体	106個体	107個体	38個体
アセビ優占度(BA)	9%	13%	34%	68%
アセビの個体数割合	10%	18%	50%	55%
開空度(平均)	3.99%	3.31%	2.55%	2.61%
ミヤコザサ被度(平均)	92.2%	89.4%	84.4%	73.3%
ミヤコザサ稈高(平均)	113.1cm	82.8cm	76.2cm	82.0cm

下層植生を覆っているミヤコザサの被度（9 区画の平均値）は、全調査区で 70%を超えており、多樹種区で最も被度が高くアセビ繁茂区になるほど平均値が小さくなっていた（表 2）。ミヤコザサの稈高（15 本の平均値）は中間区Ⅰ、中間区Ⅱ及びアセビ繁茂区では 80cm 程であったが、多樹種区の稈高の平均値は他の調査区に比べて高く 110cm を超えていた。樹高 1.3m 以下の稚樹調査では、クロモジやコアジサイなどの耐陰性の高い樹種が見られたが、全調査区で樹種数や個体数が少なく、アセビの稚樹は全調査区で 1 個体も確認されなかった（図 4）。他にも、各調査区内で BA が大きいアカマツやコナラ、個体数が多いコバノミ

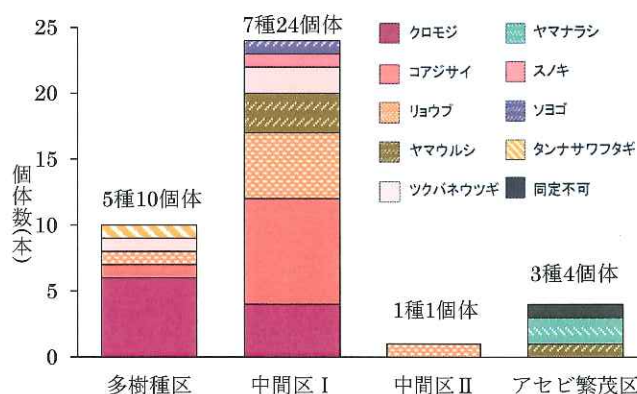


図 4. 下層に出現した稚樹の種数と個体数

ツバツツジなどの稚樹は見られなかった。

多樹種区、中間区Ⅰ、アセビ繁茂区のアカマツは全個体が樹齢 100 年を超えていた（図 5）。アセビは全調査区で 70 年生～100 年生の個体が多く、最も樹齢の高いアセビはアカマツと同年代から生存していたことが推察された。コナラやリョウブも 80 年生～100 年生の個体が見られた。また、アセビの株立ち個体の年輪解析から、株立ちは同時期に一斉に起こったのではなく、約 40 年～50 年の長い時間をかけて順次株立ち個体となったことが示された。アカマツは発生から数年間の初期成長量が大きく、樹齢を重ねるにつれて成長量が減少していたが、1970～1980 年代頃から成長量が再び増加し、年輪の積算幅が一次関数的に増加していた（図 6）。これらは昭和 40 年代から拡大したマツ枯れの被害が減少し始めた時期とほぼ一致している。マツ枯れによって大木のアカマツが枯死し、その中で生き残ったアカマツ個体が、競合木の高木の減少により改善された光環境の下で旺盛に成長するようになったのではないかと推察された。アセビの年輪の積算幅は発生初期から一次関数的に増加しており、年輪幅の肥大成長量は樹齢が高くなってもほとんど変化が見られなかった（図 7）。アカマツの初期の年輪幅はアセビに比べて大きく、アセビの年輪幅は非常に緻密であり成長が遅いことから、約 100 年前のアカマツの植栽当時は明るい光環境の中でアカマツは旺盛に成長して高木層を形成し、アセビは緩やかに成長し萌芽によって幹数を増やしつつ長い時間をかけて繁茂したと推察される。

5. 全体考察

毎木調査の結果から、アセビの優占度の増加に伴って出現樹種数が減少し、平均 DBH が増加している現状が確認された。また、全調査区で高木種や中木種の更新が見られなかったことから、大径木の割合がさらに増加していくとともに次第に樹種数や個体数が減少していくと考えられる。中間区Ⅱやアセビ繁茂区では大径木化したアセビが中木層を覆っているため低木層や下層に届く光が極端に少なくなり、加えてミヤコザサの被覆が低木種や稚樹の成長及び実生の定着を抑制していると考えられる。アセビの稚樹は全調査区で 1 個体も確認されなかったことから、アセビが繁茂している現状の光環境はアセビ自身の実生更新も妨げていると考えられる。

多樹種区、中間区Ⅰ、中間区Ⅱ、アセビ繁茂区の順に各調査項目において共通点や連続性が見られ、今後、マツ枯れやナラ枯れ等の被害により高木のアカマツやコナラが枯死した場合、アセビを始めとする中木種が繁茂しアセビの優占度がさらに高くなる可能性がある。六甲山上区域で見られたアセビ繁茂区をはじめとする林分の現状は、神戸市の掲げる森林目標とはかけ離れており、アセビが異常繁茂している林分では、アセビを伐採することで光環境を改善し、林床からミヤコザサを除去することで、多様な樹種の更新を促進する必要があると考えられる。さらに、森林を積極的に活用するためには、単にアセビを伐採して林相を改善するだけでなく、資源として利用できる仕組み作りをする必要がある。今後、アセビ繁茂林の林相改善方法の確立及び長期的管理、そして伐採木の資源利用の仕組み作り等、具体的な施業とその継続的調査が必要である。

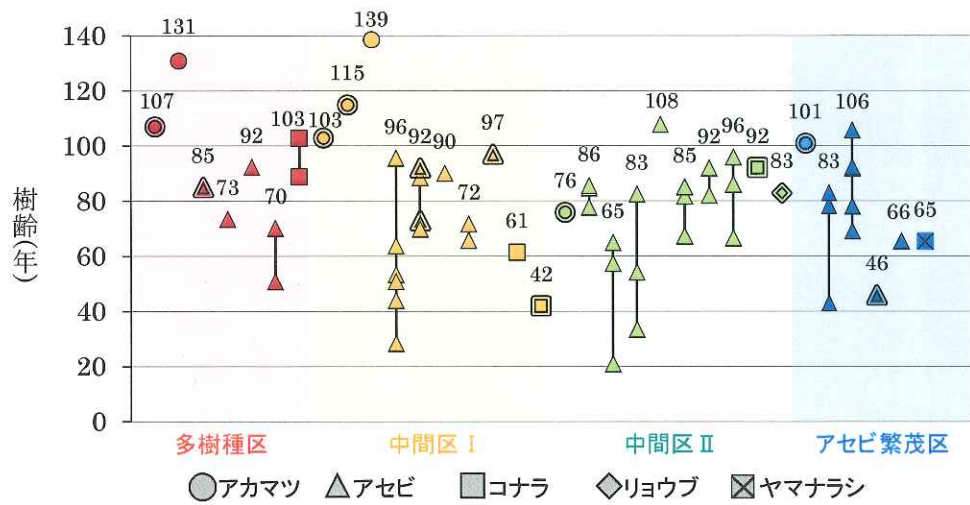


図 5. 各樹種の幹ごとの樹齢

数字は個体内で最も高い樹齢、同列の点は同個体（株立ち）を表す。

※二重枠=実測値、細枠=推定樹齢

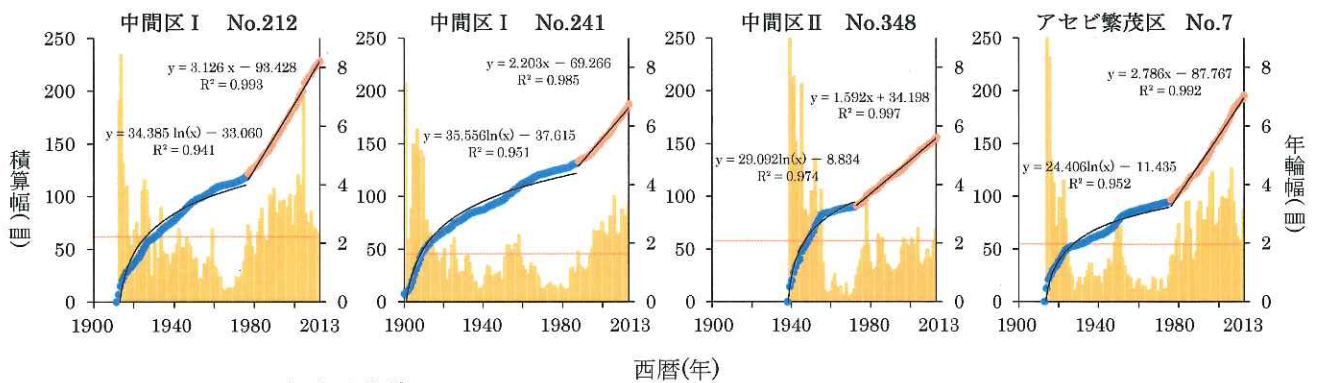


図 6. アカマツの肥大成長曲線

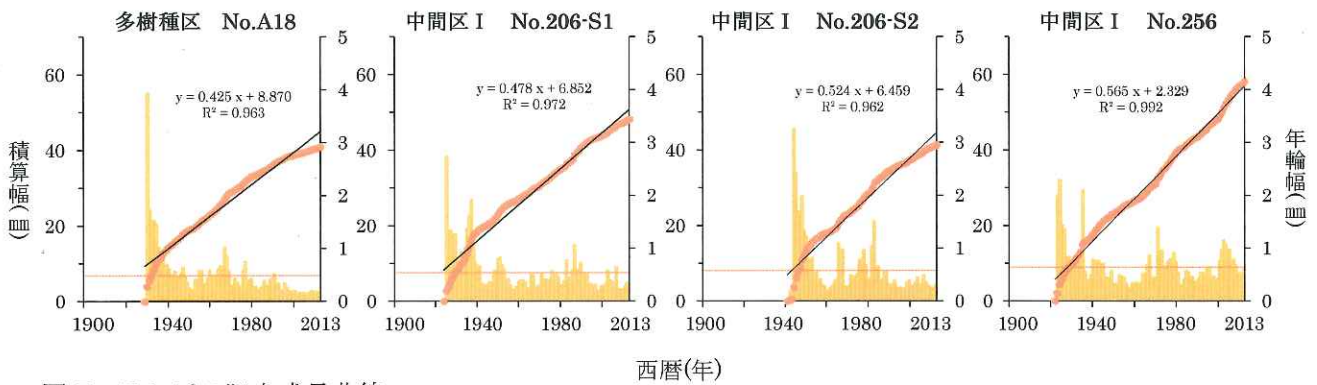


図 7. アセビの肥大成長曲線