

カワイダニスギの生育特性

相浦 英春

Growth characteristics of Kawaidani-Sugi
(*Cryptomeria japonica* D.Don)

Hideharu AIURA

富山県農林水産総合技術センター
森林研究所研究報告

No.12 令和2年3月31日 発行

Reprinted from

BULLETIN

OF

THE TOYAMA FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No.12 2020.3

カワイダニスギの生育特性

相浦 英春

Growth characteristics of Kawaidani-Sugi (*Cryptomeria japonica* D.Don)

Hideharu AIURA

富山県北西部に広く植栽されているカワイダニスギの生育特性について検討した。カワイダニスギは30年生頃までは樹高成長, 直径成長, 林分材積成長いずれも優れていたが, 30年生以降になると成長が低下し頭打ちとなる早生品種であると考えられた。また, 30年生以降にも冠雪害が発生し, これを回避するための一般的な形状比の目安は65と考えられた。こうした生育特性からカワイダニスギは短伐期施業に適した品種と考えられた。

1. はじめに

カワイダニスギは石川県の河合谷(河北郡津幡町)の地スギから選抜された挿し木品種で, 富山県内には1950年頃に移入され生育初期における成長や形質, 雪害抵抗性に優れているとの判断から, それまで主に植栽されてきたボカスギに変わって1970年以降, 富山県北西部の氷見市から小矢部市にかけての地域で盛んに植栽され(富山県林業試験場, 1979), これらの林分の多くが現在9~10齢級となっている。

カワイダニスギについてのこれまでの調査結果において, 若齢期(5~6齢級)の林分では一般のスギ人工林(19.6±4.4ton/ha; 只木1976)と比較して林分葉量が大きい(24.0~44.7ton/ha; 相浦2002; 相浦2006)。また, 立地環境のよい林分においては間伐後の林分葉量および林分材積成長量の回復も速やかに行われていた(相浦2006)。

一方, カワイダニスギは早生型の品種であるといわれており(小谷2005), 樹齢30年生ぐらいまでは盛んに成長するがそれ以降は成長が低下するといわれている(石川県ほか2001)。また, スギ林においては30年生を過ぎると冠雪害の発生は急激に少なくなるといわれてきたが(豪雪地帯林業技術開発協議会編1984), 石川県内では1995年頃からカワイダニスギ人工林において冠雪害が発生し, ほかの品種と同じ形状比であっても被害率が高い傾向にある

とともに, 30年生を過ぎた林分においても冠雪害が発生する可能性が指摘されている(小谷2005)。富山県内においても2000年頃から冠雪害の発生が目立つようになってきている。このようなことから, 広範囲に植栽され壮齢期を迎えつつあるカワイダニスギ人工林の今後の取り扱いについて考える必要がある。

ここでは, カワイダニスギの生育特性等について, 富山県北西部にカワイダニスギが積極的に導入されるようになる前に, 同地域で主に植栽されていた挿し木品種のボカスギおよび, 主に同地域以外の県内で最も広く植栽され, スギ人工林面積の85%を占める実生品種のタテヤマスギ(富山県農林水産部2019)と比較検討する。

2. 調査林分と方法

解析を行うにあたっては以下に示す調査データを使用した。樹高, 胸高直径および林分材積の成長の比較には, 富山県, 石川県でカワイダニスギを対象に行われた毎木調査の結果(図子ら未発表), 富山県内のカワイダニスギ, ボカスギ, タテヤマスギを対象に行われた毎木調査の結果(嘉戸ら未発表)および, これまで富山県森林研究所を中心として収集されてきた林分調査の結果を用いた(表-1)。なお, 造林の履歴の関係からカワイダニスギでは50年生以上, ボカスギでは60年生以上の林分のデータは限られている。また, カ

表-1 毎木調査の対象林分の概要

品種		カワイダニスギ	ボカスギ	タテヤマスギ
林分数		317	302	293
林齢	年	13-52	6-76	11-105
立木密度	本/ha	300-2615	64-4676	385-5500
平均樹高	m	7.3-26.8	3.7-32.7	4.7-31.8
平均胸高直径	cm	10.8-47.5	6.0-59.3	8.0-50.1
林分材積	m ³ /ha	132-1128	10-1391	25-1368
胸高断面積合計	m ² /ha	14.5-106.3	4.5-109.9	6.8-109.4

ワイダニスギ林分における具体的な動態などについては、繰り返し調査を行ってきた氷見市針木間伐試験地（標高200m, それぞれ600 m²の間伐区と対照区を設けた；相浦 2002；相浦 2006）と戸津宮間伐試験地（標高230m, それぞれ875 m²の間伐区と対照区を設けた；相浦 2002；相浦 2006）および中田の固定調査地（標高110m, 面積1000 m²；小林 未発表）における調査結果を用いた（表-2）。針木と戸津宮の間伐試験地では間伐前の22年生時およびそれぞれ23年生時に行われた間伐から7年後、5年後に現存量調査と樹幹解析を行

っている。両林分の間伐区では30年生時に再び間伐が行われている。なお、針木の間伐試験地の立木のうち間伐区で2個体、対照区で1個体がボカスギであったことから、これら3個体についてはそれらの平均値を別途、解析に用いることにした。また、単木材積成長量の品種間における比較には、これまでに現存量調査が行われているカワイダニスギ6林分（相浦 2002）、ボカスギ3林分（相浦 1988）およびボカスギ雪害跡地林分（相浦 2017）の調査結果を用いた。なお、雪害跡地林分では2調査年の間の定期平均成長量を、その中間

表-2 間伐調査地および固定調査地の概要

針木	間伐区	林齢	年	23	25	27	30	35	46	48		
	200m	600m ²	面積	立木密度	本/ha	750	750	733	733	383	383	383
			平均樹高	m	17.2	17.5	18.6	20.4	22.9	25.6	25.8	
	2500本/ha	平均胸高直径	cm	24.5	25.5	27.0	29.9	36.2	42.5	43.1		
		林分材積	m ³ /ha	305	332	381	496	402	586	607		
		胸高断面積合計	m ² /ha	35.8	38.7	42.4	52.0	39.7	54.6	56.2		
	対照区	林齢	年	23	25	27	30	35	46	48		
		600m ²	面積	立木密度	本/ha	1183	1183	1183	1150	1033	750	767
			平均樹高	m	17.2	17.6	18.9	20.6	23.1	26.9	26.5	
		平均胸高直径	cm	24.1	25.0	25.8	27.6	30.5	36.3	36.7		
林分材積		m ³ /ha	462	508	565	678	666	911	945			
胸高断面積合計		m ² /ha	54.9	59.4	63.0	70.3	77.4	78.8	82.7			
戸津宮	間伐区	林齢	年	23	25	28	31					
	230m	875m ²	面積	立木密度	本/ha	1006	1006	1006	789			
			平均樹高	m	12.6	13.6	14.5	15.9				
	2500本/ha	平均胸高直径	cm	20.0	20.9	22.3	24.6					
		林分材積	m ³ /ha	214	248	294	309					
		胸高断面積合計	m ² /ha	31.9	34.8	39.5	39.3					
	対照区	林齢	年	23	25	28	31					
		875m ²	面積	立木密度	本/ha	1646	1646	1646	823			
			平均樹高	m	12.3	13.3	14.5	15.7				
		平均胸高直径	cm	19.5	20.4	21.6	22.7					
林分材積		m ³ /ha	328	382	455	296						
胸高断面積合計		m ² /ha	49.5	54.4	60.9	37.6						
中田	110m	1000m ²	固定試験地	林齢	年	19	24	29	34	39	44	
			面積	立木密度	本/ha	1170	1070	1070	1050	940	920	
	2500本/ha	平均樹高	m	15.4	16.8	19.5	21.8	23.5	24.8			
		平均胸高直径	cm	23.5	26.6	29.1	31.0	33.3	35.6			
	林分材積	m ³ /ha	412	503	675	826	889	1038				
	胸高断面積合計	m ² /ha	52.4	60.9	73.2	82.1	84.6	94.7				

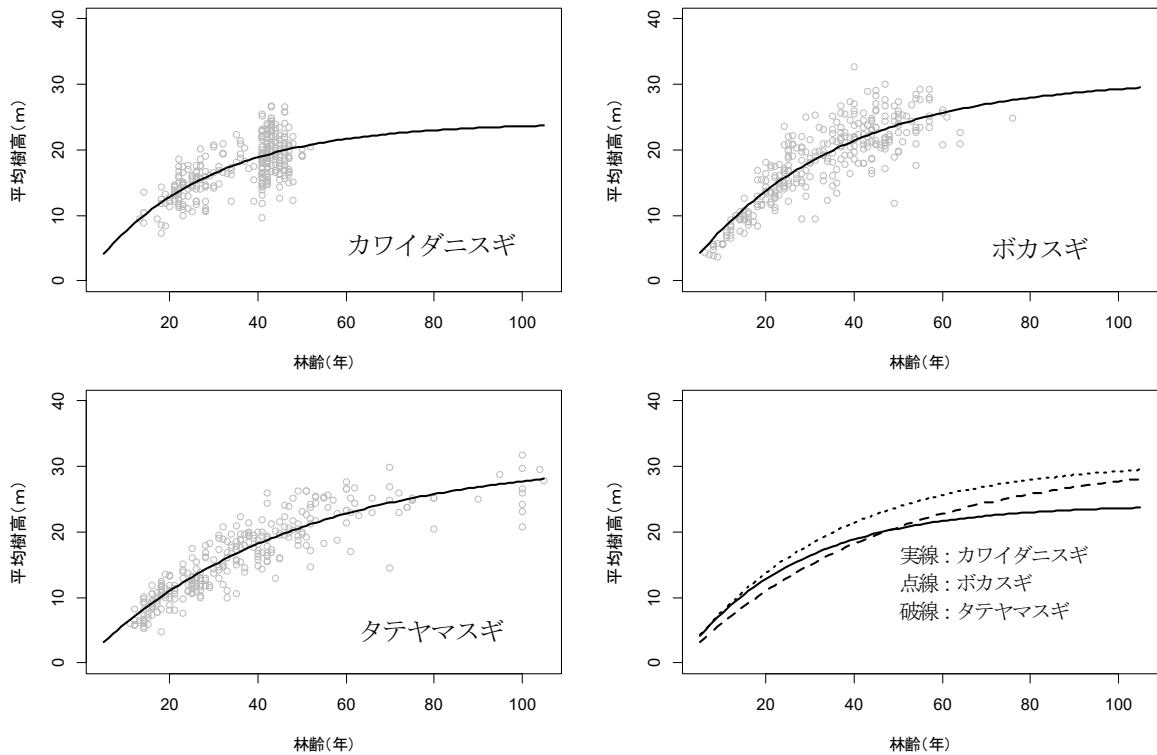


図-1 樹高成長過程の比較

年における材積成長量とした。

平均樹高および平均胸高直径への成長曲線のあてはめには、Mitscherich 式を簡略変形した次式のモデル

$$Y = Y_m (1 - kt) \quad (1)$$

Y: 樹高または胸高直径, Y_m : 樹高または胸高直径の最大値, t: 林齢, k: 係数 を用いた。

林分材積への成長曲線のあてはめには、Mitscherich 式

$$Y = Y_m (1 - L \exp(-k \cdot t)) \quad (2)$$

Y: 林分材積, Y_m : 林分材積の最大値, t: 林齢, L, k: 係数 を用いた。また、針木の対照区および戸津宮の間伐試験地の両区において、2004年に冠雪害が発生した。また、中田では2009～2013年の間に冠雪害が発生した。各調査地について被害発生直前の測定値を用いて雪害木と健全木の形状比を比較した（針木の間伐区では冠雪害は発生しなかったが、被害の発生が間伐の実施の翌年にあたったことから、参考のため間伐木と残存木について比較した）。比較にはチューキーの多重比較およびt検定を用いた。なお、成長曲線のあてはめおよび形状比の比較は、統計解析パッケージ R3.5.3 (R Core Team 2019) で行った。

3. 結果

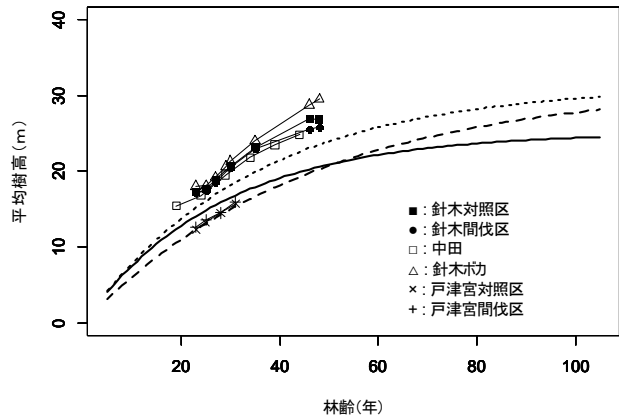


図-2 間伐試験地および固定調査地における樹高成長過程

図中の実線、点線および破線はそれぞれカワイダニスギ、ボカスギ、タテヤマスギの成長曲線を示す。

3.1 樹高成長

林分調査の結果から得られた林齢と平均樹高の関係と、樹高成長曲線の比較を図-1に示す。推定された樹高成長曲線の比較から、30年生頃まではカワイダニスギの樹高成長はボカスギには及ばないものの、タテヤマスギよりも旺盛な成長を示した。一方、それを過ぎるとカワイダニスギの樹高成長は低下し頭打ちとなる傾向が示され、50年生を過ぎるとタテヤマスギを下回った。

間伐試験地および固定調査地の調査結果を3品

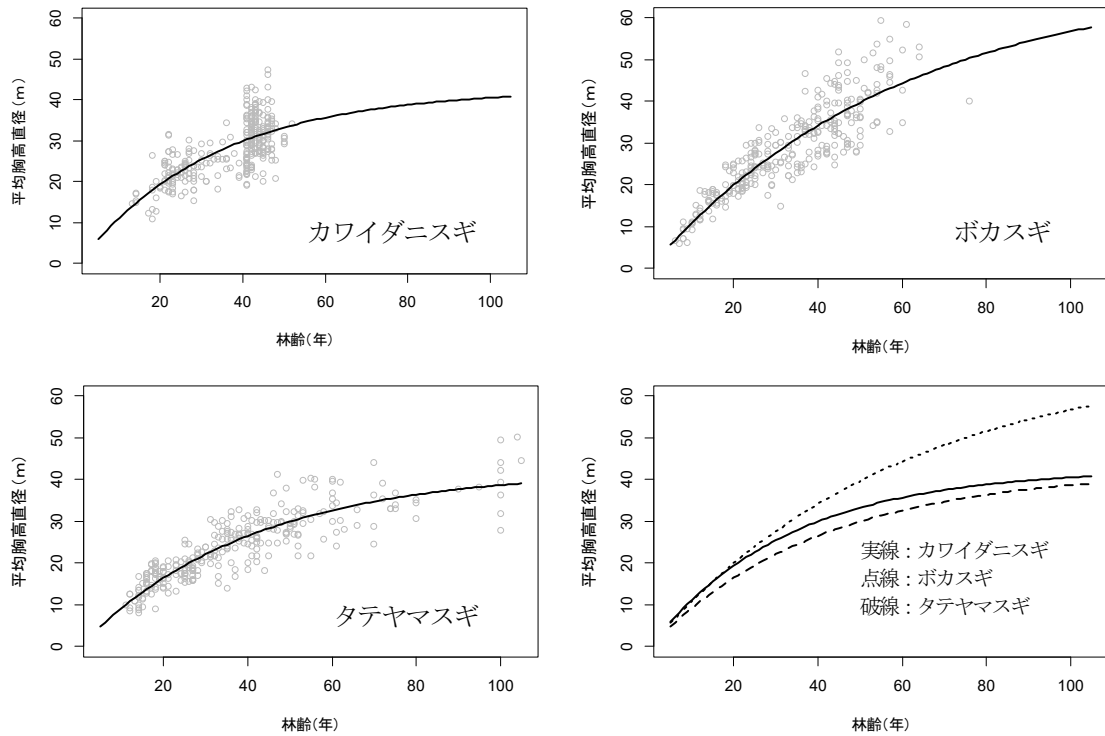


図-3 直径成長過程の比較

種の成長曲線に重ねて図-2に示す。針木の間伐区、対照区、中田のカワイダニスギはこれまでのところボカスギの成長曲線も上回る良好な成長を示したが、針木のボカスギと比べるとやや頭打ちの傾向がうかがえる。戸津宮では両区ともカワイダニスギの成長曲線を下回り、タテヤマスギの成長曲線に沿って推移し、カワイダニスギとしては生育はよくない。

3.2 胸高直径成長

林分調査の結果から得られた林齢と平均胸高直径の関係と、胸高直径成長曲線の比較を図-3に示す。推定された胸高直径成長曲線の比較から、30年生頃まではカワイダニスギの直径成長はボカスギに匹敵し、タテヤマスギよりも旺盛な成長を示した。一方、それを過ぎるとカワイダニスギの直径成長は明らかに低下し頭打ちとなる傾向が示され、タテヤマスギの成長曲線と漸近した。

間伐試験地および固定調査地の調査結果を成長曲線に重ねて図-4に示す。針木の対照区のカワイダニスギはこれまでのところボカスギの成長曲線に沿って、針木の間伐区はボカスギの成長曲線も上回る良好な成長を示しているが、依然として旺盛な成長を示している針木のボカスギと比べると、いずれもやや頭打ちになる傾向がうかが

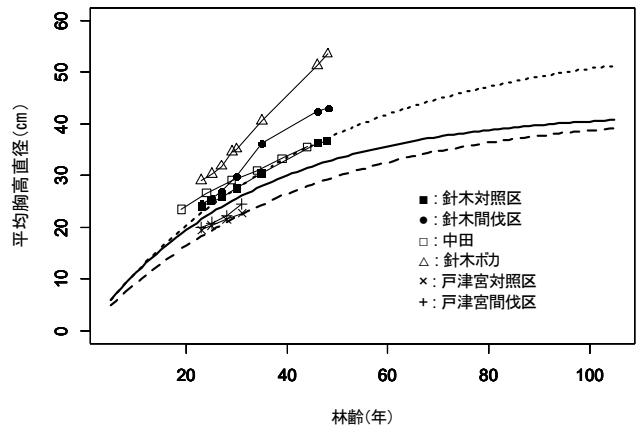


図-4 間伐試験地および固定調査地における直径成長過程

図中の実線、点線および破線はそれぞれカワイダニスギ、ボカスギ、タテヤマスギの成長曲線を示す。

える。中田では若齢期にはボカスギの成長曲線を上回っていたが、徐々に頭打ちの傾向が見られ、推移のパターンとしてはカワイダニスギの成長曲線に近い。戸津宮では樹高成長と同様に、両区ともカワイダニスギの成長曲線を下回り、タテヤマスギの成長曲線に沿って推移した。

3.3 林分材積成長

林分調査の結果から得られた林齢と林分材積の関係と、林分材積成長曲線の比較を図-5に示す。ただし、極端に立木密度が減少した林分の影響を

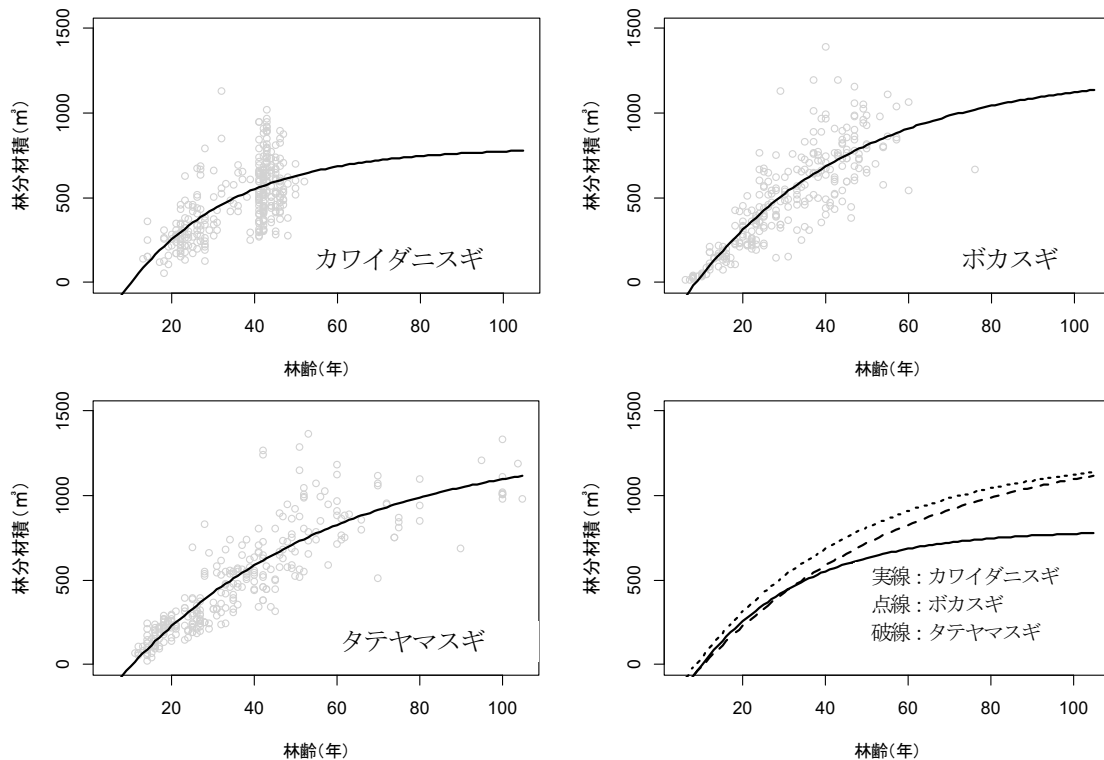


図-5 林分材積成長過程の比較

避けるため、林齢が30年生以上で収量比数が0.5未満の林分は除外した。推定された林分材積成長曲線の比較から、40年生頃まではカワイダニスギの林分材積成長はタテヤマスギと同程度の成長を示した。一方、それを過ぎるとカワイダニスギの材積成長は明らかに低下し、頭打ちとなる傾向が示された。

間伐試験地および固定調査地の調査結果を成長曲線に重ねて図-6に示す。なお、針木では30年生時に毎木調査実施後に調査のためにそれぞれの区で7個体を伐倒するとともに、対照区では32年生時に冠雪害(本数被害率23%)が発生したために林分材積が減少している。また、戸津宮でも28年生時の毎木調査実施後に両区で7個体を調査のために伐倒するとともに、その直後の冬季(2003-2004年)に両区で冠雪害が発生し(本数被害率は間伐区15%、対照区45%)、被害の激しかった対照区で林分材積が大きく減少した。針木の対照区と中田のカワイダニスギはこれまでのところボカスギの成長曲線を上回り良好に成長をしている。針木間伐区の林分材積はカワイダニスギの成長曲線上にある。戸津宮の対照区はカワイダニスギの成長曲線に沿って増加してきたが、

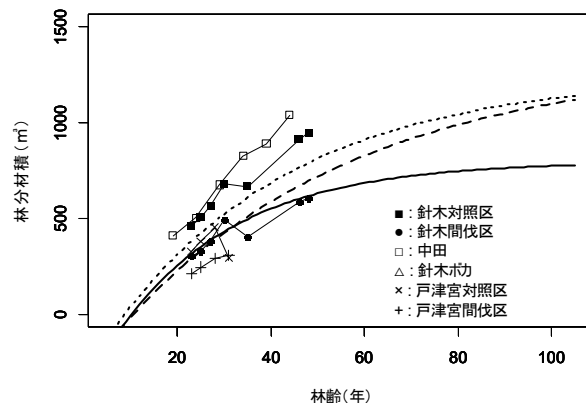


図-6 間伐試験地および固定調査地における林分材積成長過程

図中の実線、点線および破線はそれぞれカワイダニスギ、ボカスギ、タテヤマスギの成長曲線を示す。

冠雪害の発生により成長曲線を下回る値となった。戸津宮の間伐区はカワイダニスギの成長曲線を下回って推移してきた。

3.4 平均単木材積成長量および単木葉量の推移

針木および中田における平均単木材積成長量の推移を、これまでに現存量調査が行われたカワイダニスギとボカスギおよび、繰り返し毎木調査を行ったボカスギ雪害跡地林分における調査結果の値とともに図-7に示す。針木間伐試験地では両区とも32~33年生時をピークに、その後、明ら

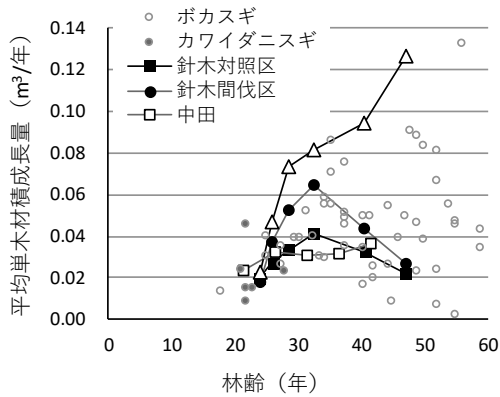


図-7 間伐試験地および固定調査地における平均単木材積成長過程

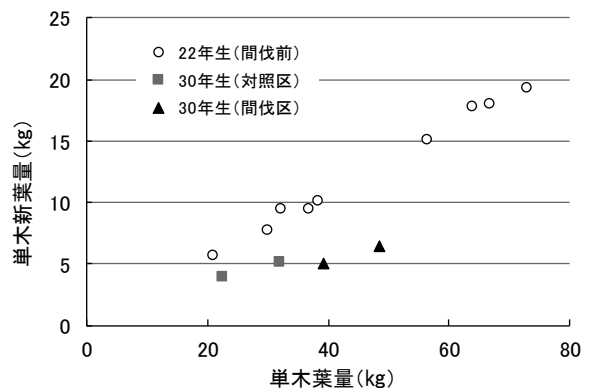


図-8 針木間伐試験地における単木葉量と単木新葉量の関係

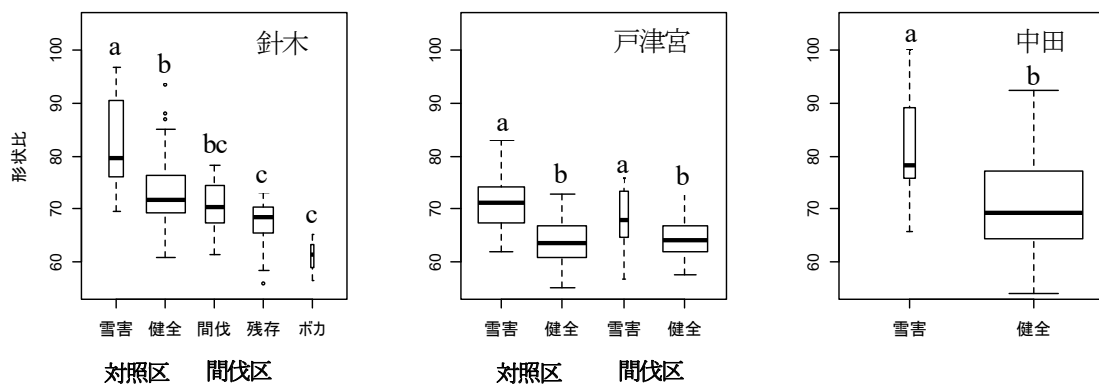


図-9 間伐試験地および固定調査地における冠雪害被害木と健全木の形状比の比較
箱の幅は個体数を示す。異なるアルファベットは有意差があることを示す。

的大きい状態で維持されている中田では、成長量は比較的低い値のままで推移している。一方、針木のボカスギは30年生以降も非常に旺盛な成長を続けている。

ところで、これまでの調査からカワイダニスギ、ボカスギともに、単木葉量と単木材積成長量は、係数は異なるもののいずれも比例関係にあることがわかっている(相浦1988;相浦2002;相浦2006)。したがって、図-7に示した林齢と平均単木材積成長量の関係は、おおむね林齢と平均単木葉量の関係に置き換えて考えることができ、針木間伐試験地の単木葉量は両区とも32~33年生時をピークにそれ以降、明らかに減少したものと判断される。一方、ボカスギはさらに単木葉量を増やしていると考えられる。立木密度が比較的大きい状態で維持された中田のカワイダニスギでは、単木葉量は比較的低い値のままで推移していると考えられる。

また、針木の間伐試験地では間伐前の22年生

時および間伐から7年後の30年生時における現存量調査の結果から(相浦2002;相浦2006)、単木葉量と単木新葉量の関係を示すと図-8のようになり、22年生時には葉量に占める新葉の割合が25.6~29.5%であったのに対して、30年生時には間伐区で12.9、13.4%、対照区で16.0、17.8%となり、新葉の占める割合が低下していた。

3.5 冠雪害の発生と形状比

各調査地における雪害木と健全木(針木の間伐区では間伐木と残存木)の形状比を比較した結果を図-9に示す。良好な成長をしていた針木および中田では、冠雪害が発生した個体の形状比が80程度であったのに対して、冠雪害を受けなかった個体の形状比は70程度であった。また、44年生時点でも立木密度が大きい(収量比数0.82)中田では、立木の24%で形状比が80を超えている。生育が良好でなかった戸津宮では対照区、間伐区とも形状比が65程度の個体では冠雪害はほぼ発生しなかったが、70程度の個体で発生していた。

4. 考察

カワイドニスギは30年生頃までは旺盛な成長を示した。一方、30年生を過ぎると樹高成長、直径成長、林分材積成長ともに低下し頭打ちを示した。こうした生育特性の影響もあって30年生以降にも冠雪害の発生が見られた。中田ではこれまでのところ順調な材積成長が認められるが、過密化に伴う直径成長の低下と形状比の増加にともない、今後も冠雪害発生のリスクが懸念される。これらのことを考え合わせると、カワイドニスギは典型的な早生品種であり、短伐期施業を選択することが適していると考えられる。したがって、針木の対照区や中田のようにすでに林分材積が1,000 m³/ha程度に達している林分については収穫を行い、再造林するという選択肢が考えられる。また、長伐期施業(伐期80年程度)を選択する場合は、本数間伐率で30%の下層間伐を1回行ったとしても、立木材積で150~200 m³/ha程度の収穫が見込まれるとともに、林分全体として形状比を小さくし今後の気象害のリスクを低下させることができる。また、総収穫量を最大にできることから、このような取り扱いも選択肢となり得ると考えられた。ただし、今のところ富山県内には50年生を超えるカワイドニスギの林分がほとんどないことから、現在ある林分の今後の生育経過についても注意していく必要がある。

謝辞

本研究報告を執筆するにあたって貴重な林分調査の結果をご提供いただいた岡子光太郎博士、小林裕之博士ならびに嘉戸昭夫博士に、

記して感謝申し上げます。

引用文献

- 相浦英春 (1988) ボカスギ人工林の生産力. 富山県林業技術センター研究報告1: 11-19
- 相浦英春 (2002) カワイドニスギ若齢林の成長と生産力. 富山県林業技術センター研究報告15: 1-12
- 相浦英春 (2006) カワイドニスギ人工林における成長と間伐効果. 富山県林業技術センター研究報告19: 16-23
- 相浦英春 (2017) 気象害跡地林分における広葉樹の混交とスギ人工林としての評価. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究報告9: 1-10
- 豪雪地帯林業技術開発協議会編 (1984) 雪に強い森林の育て方. 161pp 日本林業調査会
- 石川県・石川県林業普及指導職員協議会 (2001) 石川県林業技術ハンドブック. 164pp
- 小谷二郎 (2005) カワイドニスギの冠雪害の特徴と対策. 雪と造林14: 33-36
- R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- 只木良也 (1976) 森林の現存量—とくにわが国の森林の葉量について—. 日本林学会誌58(11): 416-423
- 富山県農林水産部 (2019) 平成29年度富山県森林・林業統計書. 145pp
- 富山県林業試験場 (1979) 富山県のスギさし木品種. 富山県林業試験場研究報告5: 1-66

Summary

The growth characteristics of Kawaidani-Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), widely planted in the northwestern part of Toyama Prefecture were investigated. Until 30-year old, the tree height growth, increment of diameter and stand volume were good, but after 30-year old, growth rate declined and plateaued. Therefore, it was thought that Kawaidani-Sugi is an early variety. In addition, snow damage also occurred after 30-year old. The height-dbh ratio to avoid this damage was considered to be about 65. Due to these growth characteristics, Kawaidani-Sugi was considered to be a suitable variety for short rotation.