

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：1 1 1 0 1
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2012
課題番号：2 3 6 5 8 1 2 0
研究課題名（和文） 気候温暖化が晩霜害を介してブナの成長と分布に及ぼす影響の解明
研究課題名（英文） Impact of frost damage due to climate warming on growth and distribution of <i>Fagus crenata</i> .
研究代表者
石田清（ISHIDA KIYOSHI）
弘前大学・農学生命科学部・准教授
研究者番号：1 0 3 4 3 7 9 0

研究成果の概要（和文）：

温暖化が晩霜害を介してブナの成長に及ぼす影響を推定するため、青森県八甲田山の4地点で年輪幅を測定した。また4地点の過去の気温を推定し、これに基づいて開芽後の降霜の有無を推定した。1961～2009年の49年間で降霜が起きた回数（年数）は1地点あたり1～4回であった。4地点のうちの1地点（盆地の田代平）では推定降霜年に年輪幅が大きく減少していた。また、田代平を含む2地点では、開芽後の最低気温が低い年ほど年輪幅が小さかった。降霜発生の頻度は低く、温暖化と晩霜害の関係は分析できなかった。

研究成果の概要（英文）：

We examined tree-ring growth of *Fagus crenata* and estimated daily mean- and minimum-air-temperature and frequency of late frost after leaf-flushing for 49 years (1961-2009) at four sites in Mt. Hakkoda, Aomori prefecture, northern Japan, including Tashirotaira, a basin in the area, to test if climate warming reduces growth of the species by increasing late frost damage. Times of the late frost for the duration ranged from one to four for each site. Out of the four sites, late frost reduced tree-ring growth at Tashirotaira. Also, in two areas including Tashirotaira, tree-ring growth correlated with the daily minimum air-temperature after leaf-flushing. The frequency of late frost was so low for the duration that we could not analyze relationship between late frost damage and climate warming.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林圏科学、森林科学

キーワード：晩霜害、ブナ、肥大生長、開芽時期

1. 研究開始当初の背景

早春期の温暖化は落葉樹の開葉を早めているが、気候温暖化は気温の変動幅（年度内・年度間の気温変動）の増大を伴っているため、開葉の早い落葉樹の一部では晩霜害の頻度が増加している可能性がある。近年の気候温暖化と野生木本種の晩霜害との関係について検討を試みた事例は僅かであり、森林生態系に及ぼす気候温暖化の影響を予測するためには晩霜害の発生傾向についての情報を蓄積していく必要がある。

わが国では、北陸・東北地方の果樹において、近年の温暖化に伴って晩霜害の発生頻度が増加している。この地域の主要優占樹種であるブナは開葉が早いために晩霜害を被りやすく、晩霜害発生時の成長減少度合いも大きいことから、ブナ林においても晩霜害の発生頻度と森林動態への影響が増大しているのかどうか問題となる。特に、東北地方北部や北海道南部のブナ林では近年に大規模な晩霜害が発生しており（阿部 2008, 東奥日報 2009）、これらの地域において今後の晩霜害の発生傾向を推定することが急務となっている。さらに、東北地方のブナの生育適地は気候温暖化にともなって徐々に高標高域へと上昇していくと予想されていることから、今後の気候温暖化が晩霜害を介してブナ生育適地の垂直分布に及ぼす影響を予測することも必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、温暖化が晩霜害を介してブナの成長に及ぼす影響を推定するため、近年に晩霜害が発生した青森県八甲田山において4地点のブナ林を対象に、木部サンプルを用いた年輪測定と気温測定を行う。さらに、得られたデータとアメダスの気象データを用いて1961年以降に発生した晩霜害が肥大生

長に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

八甲田山の4調査地（西部、北部、東部、及び八甲田山中の盆地に位置する田代平）の気温データと近隣のアメダス3地点のデータとの関係を分析し、アメダス地点の気象データ（1961～2009年の49年間のデータ）から各調査地の気温を推定するための回帰モデルを作成した。次に、各調査地のブナの開葉を観察し、調査地内の気温データを用いて有効積算温度（開葉に必要な積算温度）を求めた。この有効積算温度と上記の回帰モデルで推定した過去の日平均気温を用いて、1961年以降各年の開葉日（積算温度が有効積算温度と一致する日）を調査地ごとに推定した。このようにして推定した開葉日について、それ以降の日最低気温を上記の回帰モデルで推定し、開芽日以降の最低気温を年ごと・調査地ごとに求めた。さらに、林冠を構成するブナを調査地ごとに20個体選び、成長錐を用いて各個体の2方向から年輪試料を採取した。年輪試料は秋田県立大学木材高度加工研究所において軟X線で撮影し、得られた写真から作成した画像を年輪測定用ソフトウェア（WinDENDRO）を用いて分析し、年輪幅を測定した。得られた年輪幅の測定値は年輪解析プログラムで分析し、標準年輪曲線と年輪指数を得た。ここでは、年輪指数のことを単に年輪幅という。以上の分析で得た開葉期の最低気温と年輪指数との関係を分析することにより、晩霜害がブナの肥大成長に及ぼす影響を推定するとともに、1961年以降の晩霜害の発生履歴を調査地ごとに求めた。

4. 研究成果

標準年輪曲線の変動パターンは調査地によって異なり、調査地間で年輪幅（年輪指数）

の有意な相関は得られなかった。1961～2009年の49年間で降霜が起きた回数(年数)は西部で2回、北部で1回、東部と田代平で4回であった(図1)。田代平では2度の大きな年輪幅低下年と降霜年が重なっていた。また、この調査地では、降霜年の方が非降霜年よりも年輪幅が有意に大きかった。降霜発生頻度は低く、温暖化と晩霜害の関係は分析できなかった。温暖化の影響を推定するためには、より長期間のデータが必要といえる。

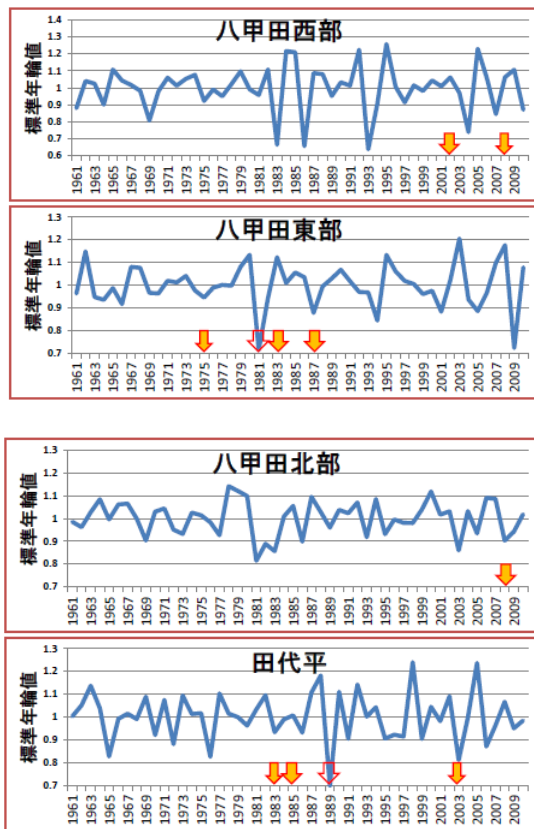


図1 年輪幅の推移と推定降霜年
図中の矢印は開芽後の降霜発生を示す。

八甲田北部と田代平では、年輪幅と開芽後の最低気温との間に有意な正の相関が得られた(図2)。この結果は、降霜を含む開芽日以降の低温は年輪幅に影響を及ぼしていることを示唆している。

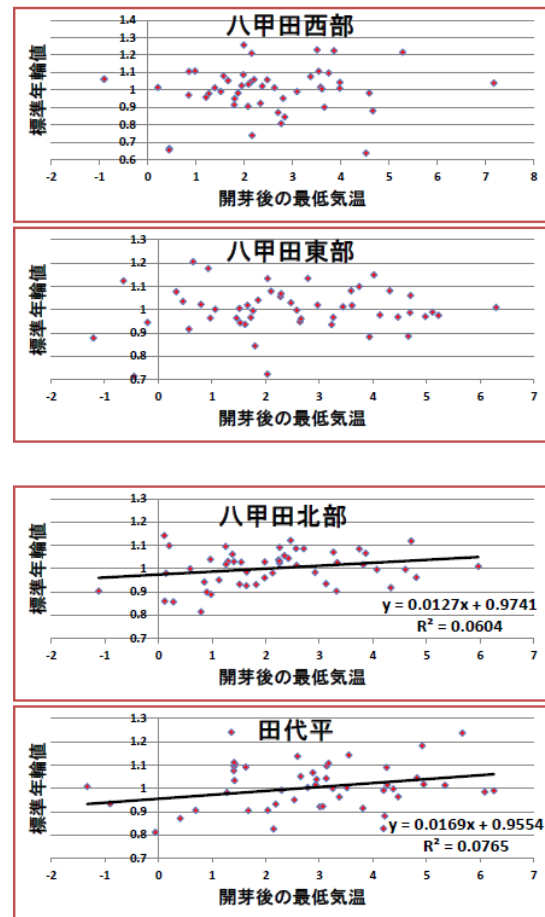


図2 年輪幅と開芽日以降の最低気温推定地値との関係
図中の直線は、線形モデル(図中の数式)の期待値を示す。

各調査地について、前年または当年のある月の平均気温と年輪幅との間に正の相関が認められた。(表1)。どの月が有意な相関を示すのかは調査地によって異なった。

表1 年輪幅と月平均気温との相関

	前年										当年									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
八甲田西部																				
八甲田北部																				
八甲田東部																				
田代平																				

+は $p < 0.05$ で有意な正の相関を表す

八甲田北部の年輪幅は当年夏の気温と相関を示したが、東部と田代平の年輪幅は前年夏の気温と、西部の年輪幅は前年・当年の秋の気温と相関を示した。この結果は、局地的な気象要因が年輪幅に影響を及ぼしている可能性を示している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① 雉子谷佳男、高田克彦、伊藤哲ほか、南九州で生育した slash pine の木材材質と年輪形成. 日本木材学会誌, 57:340-349, 2011, 査読有
- ② Mizuki, I., Kume, A., Chiwa, M., and Uehara, Y., and Ishida K. Impact of soil water chemistry on the apparent sex ratio of the dioecious plant *Myrica gale* var. *tomentosa*. Journal of Plant Research. 125:631-641, 2012, 査読有
- ③ Torimaru, T., Akada, S., Ishida, K., Matsuda, S., and Narita M. Spatial associations among major tree species in a cool-temperate forest community under heterogeneous topography and canopy conditions. Population Ecology 55:261-275, 2013, 査読有

[学会発表] (計2件)

- ① Ishida K., and Hirayama, K. Genetic load reduces reproductive success in a small population of a threatened tree, *Magnolia stellata*. EAFES International Congress, 2012年3月20日 龍谷大学
- ② 川村航、石田清、高田克彦、野掘嘉裕. ブナの肥大成長に及ぼす晩霜害の影響. 日本森林学会大会, 2013年3月27日 岩手大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石田 清 (ISHIDA KIYOSHI)

弘前大学・農学生命科学部・准教授

研究者番号：10343790

(2) 研究分担者

高田克彦 (TAKATA KATSUHIKO)

秋田県立大学・木材高度加工研究所・教授

研究者番号：50264099