

帯広農業高校保護林において2016年に発生した3本のカシワ 風倒木の齢と生長履歴

紺野康夫・佐藤雅俊

(受付：2018年4月24日，受理：2018年6月21日)

Age and growth of three *Quercus dentata* canopy trees blown down by wind in 2016 in the Obihiro High School
Reserved Forest

Yasuo KONNO, Masatoshi SATO

摘 要

2016年に帯広農業高校保護林内で、近接して生育するカシワ林冠木3本が強風で倒れた。この風倒木の幹から円盤を採集することで、樹齢と半径方向の生長、さらに高さ8 mまでの樹高生長を調べた。高さ0.3 m位置で円盤を採集することができたのは、このうち2本であり、年輪数はいずれも171本で一致した。一方、残る1本の倒木でえた高さ1.5 m位置での円盤の年輪数は、これら2本の倒木より4本少なかった。高さ0.3 m位置で円盤を採集することができた倒木が示した樹高生長は、高さ0.3 mから4 mまで40 cm/年をこえていて、残る1本の倒木が示した樹高生長は、高さ1.5 mから4 mまで26 cm/年あった。さらに、いずれの個体も、高さ4 mから8 mまでの樹高生長は20 cm/年を越えていた。この樹高成長速度を考慮すると、3本の倒木はほぼ同時に旺盛な樹高生長を開始したといえる。また、樹高成長速度の大きさから、樹高成長を開始した当時、これら3本は明るい光環境下にあったものと考えられる。3本がほぼ同時に旺盛な樹高生長を開始したことから、これらの倒木が生育していた近傍に、もしこの場所に森林が成立していたのなら若木の生育を促す森林への攪乱が、森林が成立していなかったのなら森林への遷移を阻止する行為の最後にあたるものが、171年前より少し前にあったものと推測される。0.3 m位置の年輪には、42年目と57年目に、2本の倒木とも大きな傷害を受けた跡があった。このことから、林内には複数の幹に大きな傷害をあたえる出来事が、樹高生長を開始した後におきた事がわかる。

キーワード：樹齢 直径生長 樹高生長 林歴 開拓

はじめに

十勝は内陸までカシワ (*Quercus dentata*) 林が広がっているのが、森林植生の特徴である(若原 1993)。しかし、開拓にともなってその多くが消失した。残る林も面積が小さく、林を構成するカシワの幹もほとんどの林で胸高直径 30 cm 未満である(紺野 1993; Konno 2002)。帯広農業高校保護林の林内には、南北に走る河岸段丘崖があり、その上位平坦面がカシワ林となっている。その部分だけで 7.5 ha あり、残存するカシワ林のなかでも特に面積が広い。林内には胸高直径 50 cm をこえる個体が多くみられ、かつ林冠木に自然枯死したものもあることから、本保護林は、樹高生長にともなう個体間の競争によって林分構造が決まる林ではなく、その段階を過ぎたという意味で成熟した林といえる。

どのような林が成立するかは、立地の環境条件だけではなく、その立地の植生が受けてきた攪乱履歴も大きく影響する(Denslow 1980)。カシワをふくむナラ類の林の成立をうながす攪乱は、伐採ではなく山火事であるとされている(佐野ら 1998)。十勝の内陸においても、アイヌの人達によって火入れが行われていて、それによりカシワ林が成立していたのではないかとの推測もある(林 1954; 橋本ら 2017)。林が山火事などの攪乱をどのように受けていたかを知る方法の一つは、林内の個体について年輪を調べ、齢や過去の生長を調べることである。この方法では、高齢な個体があるほど古い時代まで林歴を遡ることができる。帯広農業高校保護林は太い幹を持つ個体が多く、十勝における開拓前からの林の履歴

を知りうる可能性がある稀少な林である。しかし、これまで林の履歴にかんする情報はえられていない。これは保護林であるため、林の履歴を知るために必要な幹の試料をえることが簡単ではないからである。2016年に北海道を襲った台風により、隣接して生育する3本のカシワ林冠木が風で倒れた。そこで、この機会を生かし、異なる高さにおける円盤をこの3本から採取し、年輪本数と年輪幅を測定することにより、樹齢と、直径方向および高さ方向の生長、過去に受けた幹への障害にかんする情報をえた。そして、それにもとづいて林の履歴にかんする考察を試みた。

調査地と方法

帯広農業高等学校保護林は、1975年に北海道自然環境保護条例にもとづく環境緑地保護地に指定されている。面積は 11.9ha あり、平行する北縁と南縁はそれぞれ長さが 275 m と 186 m、これらと直行する西縁は 550 m ある。3本のカシワ風倒木は、林の西縁から東に 20 m、南縁から北に 300 m の位置にあり、その標高は 74 m である。倒木間の最大距離は 22 m あり、3個体とも林冠に達していた。これら3本の倒木を A, B, C とする。3本とも一本立ちしていて、倒木 A は樹高 21 m、胸高直径 42 cm、倒木 B は樹高 24 m、胸高直径 58 cm、倒木 C は幹が途中から斜上していたので樹高を調べられず、胸高直径が 36 cm あった(表 1)。

表1 円盤の直径。材直径は測定した材半径を2倍してある。測定半径数の括弧内に、そのうちの障害を受けた跡のある半径数を示す。

風倒木	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	円盤採集 高さ(m)	樹皮厚(レンジ) (cm)	直径(レンジ)		半径測定数 (傷害)
					材(cm)	皮付き(cm)	
A	21	42	0.3	1.5 (1.2 - 1.7)	41.1 (39.4 - 42.7)	44.0 (42.8 - 45.7)	3 (2)
			4.0	1.0 (0.8 - 1.2)	41.2 (28.4 - 55.0)	43.2 (30.0 - 57.4)	4 (0)
			8.0	1.4 (1.1 - 1.7)	30.3 (23.9 - 39.9)	33.1 (26.5 - 42.7)	4 (0)
B	24	58	0.3	1.8 (1.1 - 2.2)	59.4 (49.8 - 74.6)	61.2 (54.2 - 76.8)	3 (2)
			4.0	2.0 (1.0 - 3.3)	46.0 (35.6 - 63.7)	50.0 (39.3 - 67.0)	4 (0)
			8.0	2.2 (1.1 - 3.6)	42.9 (30.6 - 63.0)	47.2 (37.8 - 65.5)	4 (0)
C	-	36	1.5	1.5 (0.7 - 3.2)	31.5 (28.0 - 38.4)	34.6 (29.7 - 39.8)	4 (0)
			4.0	1.7 (0.9 - 2.4)	32.4 (29.5 - 36.2)	35.7 (33.4 - 39.6)	4 (0)
			8.0	2.0 (1.4 - 3.1)	27.1 (23.5 - 31.4)	31.2 (26.9 - 35.4)	4 (0)

高さ 0.3 m 位置で幹の円盤を採集できたのは倒木 A、B のみで、倒木 C からは高さ 1.5 m 位置で円盤を採集した。また、すべての倒木から、高さ 4 m と 8 m の位置で円盤を採集した。採集した円盤について材半径と樹皮厚さを、互いに直行する 4 方向について測定するようにした。しかし、それぞれの円盤には欠けている方向があり。必ずしも 4 方向を測定できなかった。材半径とは、もともと内側の年輪の中心から円盤材部の端までの距離の、測定した全方向にかんする平均値である。また、樹皮厚さは、その半径の延長上の樹皮の厚さの平均値であり、円盤の周に対する法線方向ではない。材半径と樹皮厚さを合計し、それを 2 倍したものを皮付き直径とする。半径方向の生長履歴については、最も内側の年輪の中心から 5 本ごとの年輪までの距離を測ることでえた。円盤の半径と、各年輪までの距離を、mm 単位まで測った。年輪にかんしては、半径の長さを測った方向上を測るようにしたが必ずしもできず、そのさいは別の半径上を測った。また、倒木 A の高さ 4 m 位置の円盤は中心部が腐朽していて一方向しか年輪位置を読めなかった。腐朽が生じていたのは、この円盤のみである。

結 果

3 本の倒木のうち、高さ 0.3 m 位置での皮付き直径は、倒木 B で 61.2 cm あり、倒木 A で 44.0 cm あった。倒木 C は高さ 1.5 m で 34.6 cm あった (表 1)。高さ 0.3 m 位置での円盤の年輪数は、倒木 A と B で一致し、倒木 A が 170.7 本 ($n = 3$)、倒木 B が 171.3 本 ($n = 3$) であった (表 2)。倒木 C の高さ 1.5 m 位置での円盤の年輪数は 167.3 本 ($n = 4$) であり、倒木 A、B より 4 本少ないだけであった。4 m 位置では、倒木 A で 163 本 ($n = 1$)、B で 162.5 本 ($n = 4$) と一致したが、倒木 C では 157.7 本 ($n = 3$) と 5 本少なかった。8 m 位置では、年輪数が倒木 B が 153.0 本 ($n = 4$) なのに対して、倒木 A は 148.7 本 ($n = 4$) と 4.3 本少なく、倒木 C は 141.5 本 ($n = 4$) と 11.5 本少なかった。高さ 0.3 m 位置での年輪数が等しいならば、

表2 円盤にみられた年輪数と、一つ上の高さの円盤との年輪数の差から計算した樹高生長速度。年輪を測定半径数の括弧内に、そのうちの障害を受けた跡のある半径数を示す。

風倒木	円盤採集 高さ (m)	年輪数 (レンジ)	測定数 (傷害)	樹高生長 (cm/年)
A	0.3	170.7 (170 - 171)	3 (2)	48.3
	4.0	163	1 (0)	27.9
	8.0	148.7 (147 - 150)	4 (0)	—
B	0.3	171.3 (170 - 172)	3 (1)	41.9
	4.0	162.5 (161 - 165)	4 (0)	42.1
	8.0	153.0 (152 - 155)	4 (0)	—
C	1.5	167.3 (166 - 169)	4 (0)	26.1
	4.0	157.7 (156 - 159)	3 (0)	24.7
	8.0	141.5 (141 - 143)	4 (0)	—

年輪数が高さ 4 m や 8 m 位置で少ないことは、樹高生長速度が劣ることを示す。

倒木 A と B には、高さ 0.3 m 位置の円盤に障害をうけた部位を包み込むように修復しようと生長する年輪が見られ、そこでの年輪幅も大きかった。障害を受けた直後は、障害を受けた部位の両側から傷害部中央方向に延びる、同じ年に形成された二つの年輪が、倒木 A、B とも傷害部位で連続していなかった。しばらくの期間、受けた傷は閉じていなかったことになる。障害を受けた位置における中心からの年輪数はこの 2 本の倒木で一致しており、倒木 A で内側から 42.0 本目 ($n = 2$) と 58.5 本目 ($n = 2$)、倒木 B で 42 本目 ($n = 1$) と 58 本目 ($n = 1$) であった。倒木 A の 42.0 本目の年輪に見られた傷害は円周の 3/4 を越え (北西方向を除く全方向)、58.5 本目の年輪に見られた傷害は円周の 1/3 におよび (東から南向きに西まで)、倒木 B の 42 本目の年輪に見られた傷害は円周の 2/5 に (北北東から南南東まで)、58 本目の年輪に見られた傷害は円周の 1/5 (東から南まで) におよんだ。いずれも最大の障害は南東方向にあった。ただし、倒木 A の 42 本目では東方向にも南東方向と同程度の障害があった。いっぽう高さ 4 m 位置には、倒木 A へのみ、それまでと不連続な大きな年輪幅の拡大が 2 カ所で見られた。一つは内側から 123 本目の年輪以降にみられた、大きな年輪幅の拡大である。この年輪幅の拡大は円周の 1/3 におよんでおり、この円周弧の中央部に太い枝の脱落跡とみられる凹みがあったので、太い枝の形成

もしくは脱落が年輪幅の拡大を招いたと考えられる。また、半径生長を測定した方向とは異なる方向の、内側から48本目の年輪以降に、円周の1/10にわたる年輪幅の拡大が見られた。この年輪拡大は上で述べた123本目以降の拡大よりは拡大幅がかなり小さいものであり、障害部位を包み込むような生長は見られなかった。倒木BとCにはAと異なり、高さ4 m位置での円盤に傷の修復とみられる年輪幅の急な拡大は見られなかった。また全ての倒木において、高さ8 m位置の円盤に年輪幅の急な拡大は見られなかった。

半径方向の生長速度は、傷害をふくむ半径方向であるか否かによって異なるだけでなく、個体や円盤高さ、年輪が形成された時期によっても異なった（図1）。高さ

0.3 m位置における障害を受けていた半径方向の生長速度は、初期の20年間、倒木A、B間ではほぼ同じで、両者の平均は0.182 cm/年であった。このあと倒木A、Bとも生長が遅くなり、倒木Aでは、2016年まで平均すると0.112 cm/年の比較的一定な生長速度を保った。いっぽう、倒木Bでは70年目までの生長が0.091 cm/年と倒木Aよりも小さくなったが、70年目以降2016年まで0.199 cm/年と、初期生長速度よりかえって大きくなった。倒木Cの高さ1.5 m位置での生長速度も、中心から15本目より後は生長速度が減じ、さらに70本目以降はいっそう減じた。障害を受けた跡がある方向では、障害を受けた位置より後、半径方向の生長速度が大きくなっていった（図1）。ただし、倒木Bの58本目では、障害を受け

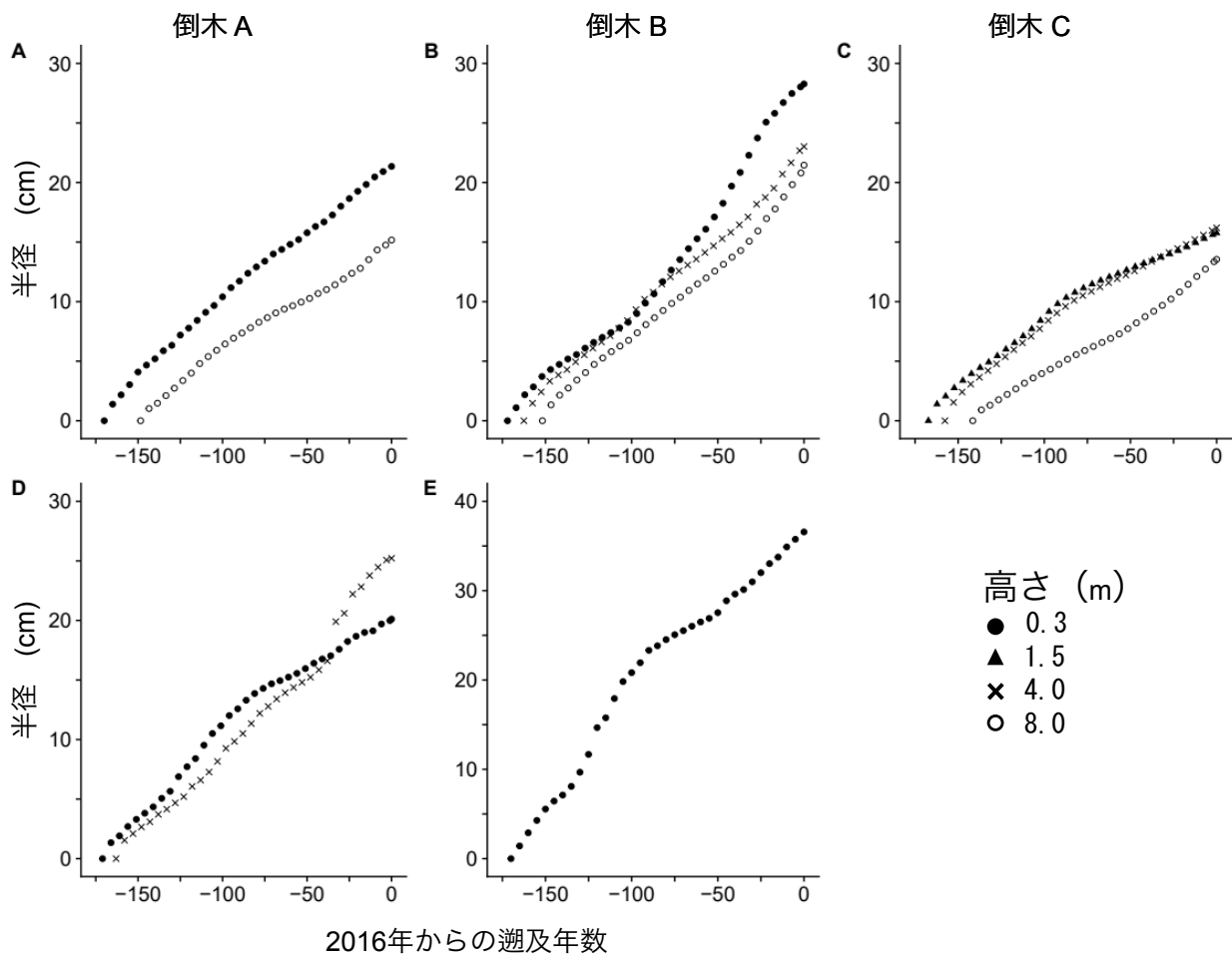


図1 半径方向の生長履歴. A、B、Cは傷害の跡がない半径方向、D、Eは傷害の跡がある半径方向. 倒木Cには障害の跡のある半径方向はなかった. 測定した半径方向の数は表2を参照のこと.

る前から年輪幅の増大が測定方向に見られた。その理由は不明である。障害を受けた跡のある半径生長を調べた方向は、障害回復生長の最大値をしめた方向とは必ずしも一致していない。高さ4 mと8 m位置における、半径全体を通じた生長は、基部の円盤と同じく、倒木Bが最もよく、倒木Cが最も悪かった。高さ8 m位置においては、風倒発生年である2016年の25年ほど前から、3本の倒木とも生長速度が大きくなっていった。

高さ0.3 mから4.0 mまでの樹高生長速度は、倒木Aで48.3 cm/年、Bで41.9 cm/年と大きな違いはなかった(表2)。倒木Cの1.5 mから4.0 mまでの樹高生長速度は、倒木A、Bがしめた4.0 mにいたるまでの樹高生長速度の60%であった。高さ4.0 mから8.0 mまでの樹高生長は、倒木AとBで大きく異なり、倒木Bが高さ0.3 mから4.0 mまでとほぼ同じ生長速度を保ったのに対して、倒木Aは60%弱の生長速度と小さくなり、その値はもっとも樹高生長速度の小さい倒木Cとそれほど変わらなかった。

考 察

高さ0.3 m位置での年輪数が倒木A、Bで171年と一致した。171年前は西暦1845年であり、試料数は少ないが、開拓以前からの林歴をえたことになる。倒木Cは高さ1.5 m位置で倒木A、Bよりも年輪数が4本少なかった。0.3 m位置での円盤が採集できた倒木A、Bが示した高さ0.3 mから4 mまでの樹高生長速度は40 cm/年をこえていて、残る倒木Cの高さ1.5 mから4 mまでの樹高成長速度はこれより小さく26 cm/年であった。これらの樹高成長速度を考慮すると、高さ0.3 m位置での他の2本の年輪数より、高さ1.5 m位置での倒木Cの年輪数のほうが4本少なかったことは、3本の倒木がほぼ同時に樹高生長を開始したことを示すといえる。3本がほぼ同時に生長を始めたことから、171年前より少し前に、次世代の個体の生長を促すなんらかの出来事が、倒木が発生した場所の近傍でおきたことがわかる。高さ8 mまで

の樹高生長がよいことは、171年前からしばらくは、良好な光環境であったことを示す。

そこで、171年前に起きたこの生育環境の不連続な変化について、次に考察する。「北海道殖民状況報告 十勝国」(北海道殖民部殖民課 1901)には、帯広市南部や隣接する芽室町伏古について、相対的に乾燥した立地にはカシワの疎林が成立しているとする記述が多い。また、売買原野の記述に、台地は主にカシワ林であり、ところどころに草原があるとなっていることから、当時の保護林は草地であるよりはカシワの疎林であった可能性がより高い。そうであれば、林冠にギャップを生じるような攪乱があったか、もしくは林床にカシワの更新を促すような攪乱があったと考えられる。いっぽう、もし草原であったのであれば、それまで行われていた森林への遷移を阻止する最後の行為があり、以降その行為がおこなわれなかったことになる。この場所が森林だったとして、西暦1845年にはまだ十勝の内陸に和人が入っておらず、伐採による大きな林冠ギャップの形成は考えにくい。いっぽう今回のように強風による森林の一部に大きな林冠ギャップが生じる可能性はあるので、強風が林冠ギャップを形成した可能性もある。しかし、針葉樹林とことなり広葉樹林では強風による大規模な一斉倒壊は考えにくいので、もし今回の倒木と同じ樹齢の幹が保護林内に広く見られれば、森林に起きた攪乱は風倒とは考えられず、山火事(野火と区別しない)であった可能性が高い。その時は林床の状態も大きく変わったであろう。いっぽう、草原から森林への遷移を阻止する行為については、草刈り、または火入れが考えられ(小椋 2009; 須賀 2010; 須賀ら 2012; Nagata et al. 2016)、これらのいずれか、もしくは両方が停止された可能性がある。また、山火事について、橋本ら(2017)は、松浦武四郎が明治維新の前に、アイヌの人達による火入れを富良野の周辺で見ていることから、十勝においても開拓前に火入れが行われていた可能性を指摘している。

171年前に生育を開始してから、これらの個体は順調に生育を続けたわけではなく、大きな障害のあとが2回、高さ0.3mの円盤に残されていた。それらは、倒木A、B

のいずれにも、内側から 42 本目と 57 本目の年輪にみられたものである。42 本目の傷害は 1887 年に、57 本目の傷害は 1902 年に相当する。幹基部の障害は、ノネズミによる積雪期における樹皮とその内側の食害によるものと、山火事によるものが考えられる。ノネズミの発生は年変動が激しいので、個体数が多い年であれば林内の多くの幹に被害が生じる可能性はある。山火事については、開拓の開始期しばしば発生したといわれている。晩成社による帯広市最北部の、小規模な開拓の開始が 1883 年であり、植民候補地選定のための十勝平野における測量が 1888 年であった。中村善右衛門による売買原野の開拓は 1892 年である。したがって、円盤に見られた傷害の原因が人為による山火事である可能性もある。高さ 0.3 m 位置で最も激しい傷害をうけた方向が一致したことは、山火事の可能性を否定しない。ただ、最も大きな傷害の方向が春の強風時の西側でなく、南東であることは、山火事への疑念を生じる。林 (1954) は、十勝平野のカシワ林について、「カシワの老林内に立って見わたすがよい。だいたい春の西寄りの風に煽られる野火の、火表の幹基部に、焼傷と、それに起因する空洞が全林一斉に同一方向に口をあけているはずである」と、山火事によって被害を受ける方向を西側としているからである。高さ 0.3 m 位置の円盤にみられた 2 回の障害の原因が山火事であったとして、傷害を想起させる年輪幅の突然の増大が、高さ 4 m 位置の円盤には中心から 48 本目の年輪に小さなものが見られたのみであり、高さ 8 m 位置の円盤には全くなかったことは、それが地を這うようなものであったろうと思われる。疎林における山火事では、このようなことが起こるといふ (佐野淳之氏私信)。

いずれにしろ、本報告で得られた年輪データは、帯広農業高校保護林の限られた場所に生育していた、わずか 3 本についてのものである。したがって、171 年前の攪乱や円盤に残されている 2 回の傷害が、林内のどの範囲にまでおよぶのかはわからない。今後、より広範囲のデータを蓄積し、確度の高い林歴をえることが求められる。

謝 辞

帯広農業高等学校教諭、北田貴紀氏には、円盤の採集で便宜を図っていただきました。帯広畜産大学学生の曾川秋恵さんには、本保護林の辺長や倒木の樹高を測る手伝いをして頂きました。また、弘前大学の石川幸男氏には腐朽した材の研磨にかんする御教示を、鳥取大学の佐野淳之氏には山火事について御教示をいただきました。記して感謝いたします。

参考文献

- Denslow JS. 1980. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. *Oecologia*, 46: 18-21
- 橋本靖, 赤坂卓美, 佐藤雅俊. 2017. 近代の開拓前の帯広市周辺の自然の景観. 帯広畜産大学研究報告, 38: 25-33
- 林常夫. 1954. 北海林話. pp. 1-240, 北海道興林, 札幌
- 北海道殖民部殖民課. 1901. 北海道殖民状況報告 十勝国. pp. 1-237, 北海道庁, 札幌
- 紺野康夫. 1993. 開拓と森林. 十勝大百科事典刊行会編, 十勝大百科事典. pp. 116-117, 北海道新聞, 札幌
- Konno Y. 2002. Present status of remnant forests in Obihiro, eastern Hokkaido, Japan.
- Takahashi J (ed), Global perspective in forest conservation and sustainable agriculture. pp. 39-46, Dairy Japan, Tokyo
- 小椋純一. 2009. 火からみた江戸～明治の森林植生. 森林科学, 55: 5-9
- Nagata YK, Ushimaru A. 2016. Traditional burning and mowing practices support high grassland plant diversity by providing intermediate levels of vegetation height and soil pH.

Applied Vegetation Science, 19: 1-11

- 佐野淳之, 大塚次郎. 1998. 鳥取大学蒜山演習林における落葉樹二次林の樹種構成と種多様性 履歴のこ
となる2つのサイトの比較. 鳥取大学演習林報告,
25: 1-10
- 須賀丈. 2010. 半自然草地の変遷史と草原性生物の分
布. 日本草地学会誌 56: 225-230
- 須賀丈, 岡本透, 丑丸敦史. 2012. 草地と日本人 日本
列島1万年の旅. pp. 1-244, 築地書館, 東京
- 若原正博. 1993. 十勝のカシワ林. 十勝大百科事典刊
行会編, 十勝大百科事典. pp. 103-105, 北海道新
聞, 札幌

Abstract

Three canopy trees of *Quercus dentata* were blown down by the strong wind of a typhoon in 2016 in the Obihiro Agricultural High School Reserved Forest. The stem disks sampled at several heights from these trees were examined for their age and radial and height growth. The number of tree rings was 171 at 0.3 m height of two trees from which disks were able to be sampled at this height. The number was fewer by 4 for the remaining tree at the height of 1.5 m. The initial height growth of the two trees from 0.3 m to 4 m in height was as large as 40 cm/year and that of the other tree from 0.3 m to 4 m in height was 26 cm/year. These results indicate that the trees simultaneously started their upper growth, and that some natural event that allowed these trees to grow rigorously had occurred just before 171 years ago. Both disks at 0.3m height had large scars at the 42th and 57th rings from the center of each disk.

Keywords: tree age, radial growth, height growth, forest history, reclamation