

## “長期生態系プロット”モミ・ツガ天然林における10年間の森林動態

久本洋子・軽込勉・塚越剛史・阿達康眞（東大千葉演）・才木道雄（東大愛知演）

**要旨：**東京大学千葉演習林のモミ・ツガ天然林に設置された長期生態系プロットの1999年から2009年までの10年間の森林動態について調査した。本試験地は約100年前に薪炭林が皆伐され、コナラと他の広葉樹が半数ずつ生育した森林であった。その後、約70年前にモミ・ツガ撫育試験地として設定され、その際、上層木に対して異なる伐採処理を施した実験区を5区画設置した。現存の林分構造を比較すると、全区画でモミが最も優占し、上層木を半数残した区画ではコナラが、上層木を皆伐した区画ではヒサカキやサカキが次いで優占し、全区画でカシ・シイ類の数は非常に少なかった。10年間の推移を見ると、モミは幹数が激減したが胸高断面積合計はわずかに増加し、小径木の枯死率が高く大径階の個体のサイズが増加したことから、自己間引きの可能性が示された。ツガは幹数にほぼ変化は無く、大径階の個体のサイズがわずかに増加したため、モミに比べ成長が遅く寿命が長いことが推察された。ヒサカキやサカキは小径木が多数生育していた。また、各実験区の林分構成に明瞭な差はなく、モミの更新に対する70年前の上層木伐採の影響は現在無くなっていることが示された。

**キーワード：**常緑性低木、森林動態、長期生態系プロット、直径階分布、モミ・ツガ天然林

### I はじめに

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林（以下、千葉演習林）には、モミ・ツガが高木層を形成し、シイ・カシ類が亜高木層を占める針葉樹天然林が分布する。このような森林が房総地域で現存していることは少なく、生態学的に貴重な森林である。一般に、モミやツガの樹齢は成熟林では200～300年、老齢林であっても400～500年であるといわれており、カシ・シイ類よりも寿命が短いとされる(1)。そのため、本地域の遷移系列はコナラ・アカマツ林からモミ林へ、そしてカシ・シイ類といった常緑広葉樹林へ移行するとされている(2)。しかし、これまで実際に房総地域のモミ・ツガ天然林の動態を長期継続的に調査した研究はない。そこで、千葉演習林では針葉樹天然林の保全へ向けた基礎資料を得るため、1998年にモミ・ツガ天然林内に大面積長期生態系プロットを設置し5年毎に観測を行っている。本研究では、プロット設置後10年間の変化について報告する。

### II 調査地と調査方法

試験地は千葉県房総半島南東部の千葉演習林楢ノ木台8林班A1小班に設置した長期生態系プロットである。この林は1900年ごろに薪炭林の皆伐によって成立した(3)。1924年の調査では、上層木を24年生のコナラとその他の広葉樹が半数ずつ占め、下層にモミ、ツガの更新が確認されている(表-1)。その後、1939年にモミ・

ツガ天然生育林撫育試験地として再設定され、異なる上層木伐採処理を施した5区画に区分された(表-1)。

II A区は、上層木を林冠鬱閉率50%になるよう伐採しそのまま放置し、コナラ・アカマツ・モミ・ツガの混交林とすることを目指した。II B区は、II A区と同様に処理し、さらに16年後に上層木を皆伐し、モミ・ツガの純林とすることを目指した。III区は、上層木を皆伐しそのまま放置した。なお、上記の3区は撫育のため下層木のモミ・ツガを適度に除伐・枝打ちしたと記されているが、強度等の詳細は不明である。I区およびIV区は無処理のまま放置した。1998年に、II A区からIV区までをシカ排除柵（以下、シカ柵）で連続して囲った(図-1)。シカ柵設置後は柵内へのシカの侵入は確認されていないため(2)、1998年以降は植生にシカの影響は無いとみなした。本研究では、シカ柵の張られていないI区は除外し、II A区からIV区を対象とした。

1999年8月にプロット内の胸高直径5 cm以上の全立木について個体番号を付け、その際に枯死木を確認した。胸高直径を輪尺もしくは直径巻尺を使用して2 cm 括約で測定した。2003年10月、2009年12月に同様の調査を行った。各区画の1999年、2003年、2009年の樹種別の幹数(本/ha)と胸高断面積合計(m<sup>2</sup>/ha)を算出した。

### III 結果と考察

#### 1. 各区画の林分構成 各区画の1999年、2003年、2009

Yoko HISAMOTO, Tsutomu KARUKOME, Takeshi TSUKAGOSHI, Yasumasa ADACHI (Univ. Forest in Chiba, The Univ. of Tokyo, Amatsu 770, Kamogawa, Chiba 299-5503) and Michio SAIKI (Univ. Forest in Aichi, The Univ. of Tokyo, Goizuka 11-44, Seto, Aichi 489-0031). Ten-year forest dynamics in a long-term research plot of *Abies* and *Tsuga* natural forest.

年における樹種別の幹数(表-2)と胸高断面積合計(表-3)を示す。1999年から2009年への樹種数の変化はⅡA区が15種から16種へ、ⅡB区が8種から12種へ、Ⅲ区が13種から14種へ、Ⅳ区が12種から14種へとわずかながら増加した。幹数は全区画でモミが最も多かった。上層木を50%伐採したⅡA区ではモミの次にコナラの割合が高く、次いでツガが多かった。ⅡB区は2003年まではコナラが多かったが、2009年にはヒサカキやサカキなどの常緑性低木が増加した。上層木を皆伐したⅢ区ではモミの次にヒサカキやサカキが多かった。Ⅳ区ではツガ、ヒサカキ、サカキ、コナラが同程度出現した。アラカシ、スダジイといったカシ・シイ類は全区画で少なかった。

胸高断面積合計についても全区画でモミの値が最も高く、モミの優占林であることが示された。ⅡA区ではモミの占有率が約70%と他区に比べて低く、コナラが20%以上を占めた。ⅡBおよびⅣ区では80%以上を、Ⅲ区では90%以上をモミが占めた。全区画でヒサカキやサカキが占める割合は1%未満であり、本数の多さに比べて断面積合計が小さいことから、小径木が多数生育していることが示された。また、ⅡA区においてのみコナラの本数が多く、断面積合計も大きかったのは、70年前の上層木処理で伐採されずに残ったコナラが大径木に成長した可能性が考えられる。

4区画に全て出現した樹種5種(モミ、ツガ、ヒサカキ、サカキ、コナラ)を主要樹種とみなし、10年間の枯死木および進界木の幹数を示した(表-4)。モミは全区画で枯死木数が非常に多く、進界木数は極めて少なかった。特にⅢ区では45%の個体が枯死した。ツガはⅡA区で15本の枯死木が確認された以外に増減は無かった。ヒサカキ、サカキは枯死木がほとんど無く進界木が増加したことにより、大幅に幹数が増加した。コナラは全区画で幹数が減少した。

**2. モミ・ツガの更新特性と今後の遷移** 10年間の各区画のモミの直径階別幹数の推移を見ると(図-2)、30cm以下の小径木階で幹数が減少し、60cm以上の大径階が増加した。幹数の減少に比べ、胸高断面積合計は増加傾向にあり(表-2, 3)、モミが自己間引きしている可能性が示唆された。一方、ツガは幹数が少ないものの本数の増減は無く(表-2)、胸高断面積合計はほとんど変化が無いかわずかに増加した(表-3)。10年間のツガの直径階別幹数の推移を見ると(図-3)、30cm以上の大径階の個体サイズがわずかに増加していた。鈴木(1979)は高知県国有林内においてモミよりもツガの方

が老齢まで生存し、最高樹齢が高いことを報告した(6)。また、九州の天然生アカマツ林のツガは平均成長速度がモミよりも遅いことが報告されている(5)。本研究はこれらの研究を支持する結果となり、本地域のツガもモミに比べ成長速度が遅いが、寿命はモミよりも長いことが推察された。

同調査地における1940~1979年の林分動態の調査から(4)、高木層のギャップが亜高木層にあったモミ・ツガの成長によって埋められることで、林相に大きな変化が生じたことが報告された。1939年から59年間の各区のモミの直径階別幹数の推移では(7)、1940年には各区とも16cm以下の小径木階に偏っていたのが、1979年ごろには無処理区の直径階が32cm以下に偏りがあるのに対し、上木皆伐区は40cm以上の大径階へ移行しており、無処理区での下層木のモミへの被圧の影響が見られた。しかし、1998年までには無処理区でも上層木の樹種が枯損等で無くなり下層木の生育条件が改善され、他区と同様に40cm以上の大径階の個体が多くなった。本研究の1999年から10年間の各区のモミの直径階別幹数の推移を見ると(図-2)、小径階の個体が減少し、大径階の個体においてサイズの増加が見られた。この傾向は1998年の調査報告と一致しており、皆伐後39年あるいは55年が経過した段階でのモミの更新に対する上層木処理の影響は、処理後70年以上経過するとほとんど認められないことが示された。

本地域の遷移系列はコナラ・アカマツ林からモミ林へ、そしてカシ・シイ類といった常緑広葉樹林へ移行するとされている(3)。しかし、常緑広葉樹の中で最も優占していたのはヒサカキ、サカキ、ヤブニッケイといった亜高木で、カシ・シイ類は全区画を通して非常に少なかった。下層樹種がヒサカキ・サカキとなるのは当地方の典型的な天然林の特徴であるとされる(7)。そのため、本試験地の遷移段階を解明するには、更なる継続調査が必要であろう。また、池田(2010)の研究から、試験地の林床には高さ10cm未満の数年生のモミ実生が多数確認された(2)。この試験地は1998年までシカ柵が設置されていなかったため、それ以前はシカの食害により実生が消滅していたと考えられ、現在林床で生育する実生の大半は1998年以降に生じた個体と推察される。今後はこれらの実生や後継樹の更新過程の経過観察が必要である。

#### IV 謝辞

2名の査読者および東京大学附属演習林・井口和信氏より有益な助言・コメントいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

V 引用文献

- (1) 荒上和利 (1987) 九州中部山岳地帯におけるモミ・ツガ天然林の成立過程に関する研究. 九大演報 57 : 17-108.
- (2) 池田裕行・軽込勉・米道学・里見重成・三次充和 (2010) 房総半島の天然林における林床植生に及ぼすシカ排除柵の効果. 関東森林研究 61 : 187-190.
- (3) 梶幹男 (1975) 房総半島におけるモミ林の生態学的位置に関する研究. 東大演報 68 : 1-23.
- (4) 蒲谷肇 (1983) コナラ・モミ天然性林の 39 年間の変化. 現代生態学の断面, 共立出版, 東京 pp. 155-160.
- (5) 國崎貴嗣・溝上展也・今田盛生 (1996) 天然生アカマツ林内の林冠木および亜高木の成長特性. 九大演報 74 : 23-40.
- (6) 鈴木英治 (1979) ツガ天然林の更新 : I. 樹幹解析によって推定した成熟林分の動態. 日生態会誌 29 : 375-386.
- (7) 鈴木誠・村川功雄・鈴木祐紀・山本博一・佐倉詔夫 (2000) モミ・ツガ天然林の 59 年間の成育と林分構造の変化. 日林論 111 : 114-115.

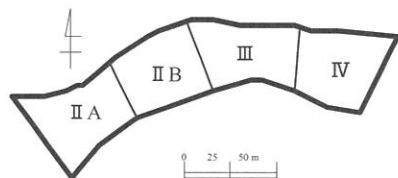


図-1. 東京大学千葉演習林檜ノ木台8林班A1小班に設計した長期生態系プロット  
※区画を囲む太線はシカ柵を示す

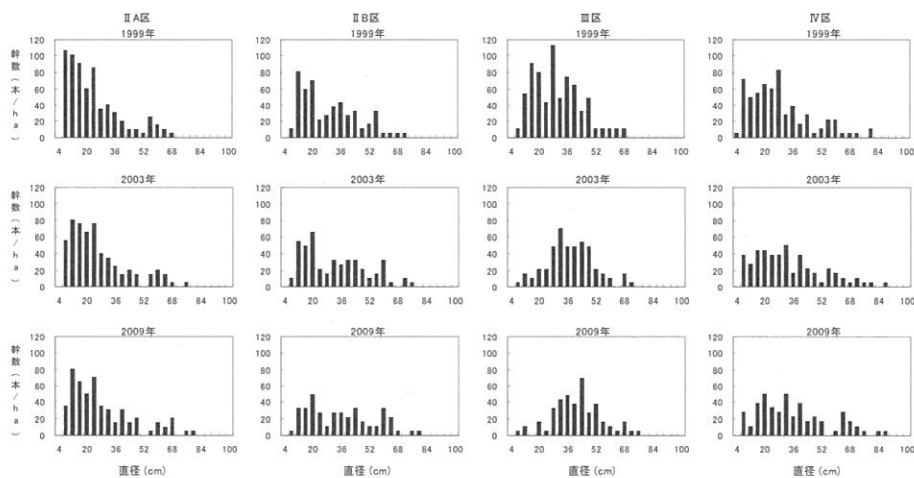


図-2. モミの10年間の直径階別幹数の推移

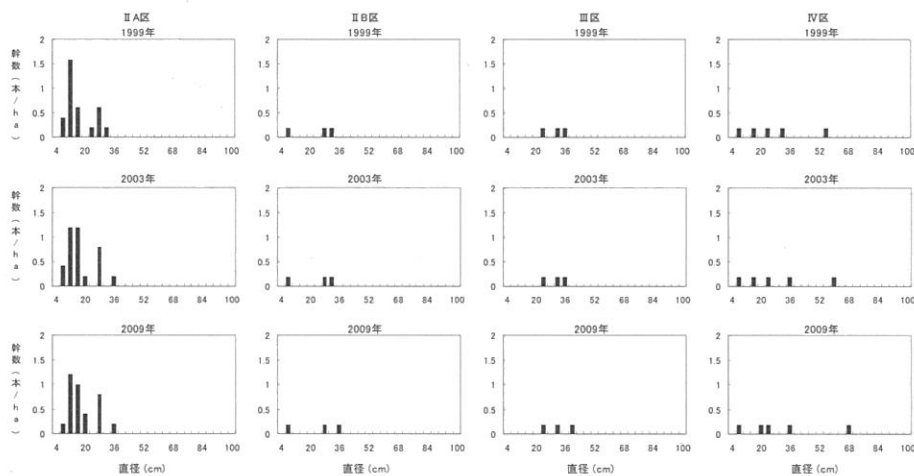


図-3. ツガの10年間の直径階別幹数の推移

表-1. 試験地の概要

1900年	1924年	1939年	1955年	1998年	(面積 ha)
皆伐	上層:コナラ50%, その他広葉樹50%	試験地再設定: I区 無処理	-	-	-
	下層:モミ, ツガ	II区 上層木50%伐採	-	シカ柵設置 (0.198)	
		IIB区 上層木50%伐採	上層木皆伐	シカ柵設置 (0.184)	
		III区 上層木皆伐	-	シカ柵設置 (0.186)	
		IV区 無処理	-	シカ柵設置 (0.181)	

表-2. 各区画における10年間の樹種幹数の変化

種名	IIA			IIB			III			IV		
	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年
モミ	651 (62)	566 (60)	510 (52)	495 (80)	446 (79)	375 (68)	715 (80)	462 (74)	392 (57)	591 (78)	464 (76)	431 (64)
ツガ	111 (11)	101 (11)	96 (10)	16 (3)	16 (3)	16 (3)	16 (2)	16 (3)	16 (2)	28 (4)	26 (5)	28 (4)
カヤ	20 (2)	20 (2)	30 (3)	-	-	11 (2)	5 (1)	5 (1)	11 (2)	6 (1)	6 (1)	6 (1)
イヌガヤ	-	-	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スギ	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	-	-	-	-
ヒノキ	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	-	6 (1)	6 (1)	6 (1)
ヒサカキ	40 (4)	40 (4)	71 (7)	22 (4)	22 (4)	49 (9)	43 (5)	38 (6)	97 (14)	17 (2)	17 (3)	39 (6)
サカキ	35 (3)	35 (4)	81 (8)	11 (2)	11 (2)	27 (5)	59 (7)	59 (9)	108 (16)	17 (2)	17 (3)	17 (2)
ヤブニッケイ	10 (1)	10 (1)	25 (3)	-	-	22 (4)	16 (2)	11 (2)	16 (2)	22 (3)	22 (4)	44 (7)
クロバイ	-	-	-	-	-	-	5 (1)	5 (1)	11 (2)	-	-	-
シキミ	5 (0.5)	5 (1)	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シロダモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 (1)	6 (1)	6 (1)
アラカシ	-	-	5 (1)	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	44 (7)
スタジイ	-	-	-	-	-	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-	-	-
タブノキ	-	-	5 (1)	-	-	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-	-	-
バリバリノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	-
ヤブツバキ	-	-	-	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	-
コナラ	136 (13)	136 (14)	121 (14)	60 (10)	54 (10)	27 (5)	11 (1)	5 (1)	5 (1)	22 (3)	17 (3)	11 (2)
サクラ	-	-	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	33 (4)	11 (2)	11 (2)
アオハダ	5 (0.5)	5 (1)	10 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イヌシデ	5 (0.5)	5 (1)	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エゴノキ	-	-	-	-	-	-	5 (1)	-	-	-	-	-
イロハモミジ	5 (0.5)	5 (1)	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カゴノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 (2)
ネムノキ	-	-	-	-	-	-	5 (1)	5 (1)	-	-	-	-
フサザクラ	5 (0.5)	5 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ホオノキ	-	-	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-	-	-	6 (1)	6 (1)	6 (1)
ミスギ	5 (0.5)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-	-	-	11 (2)	11 (2)	11 (2)
ヤマボウシ	10 (1)	10 (1)	10 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	1051	949	990	620	565	554	898	624	688	762	608	669

※単位は本/ha, 括弧 ( ) 内は相対幹数 (%) を示す。樹種は針葉樹, 常緑広葉樹, 落葉広葉樹に区切った

表-3. 各区画における10年間の樹種胸高断面面積合計の変化

種名	IIA			IIB			III			IV		
	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年	1999年	2003年	2009年
モミ	37.7 (66)	40.2 (67)	42.0 (68)	38.1 (81)	42.5 (82)	42.9 (86)	56.0 (95)	52.2 (94)	52.7 (93)	44.0 (77)	47.0 (83)	49.8 (83)
ツガ	2.4 (4)	2.6 (4)	2.7 (4)	0.6 (1.4)	0.7 (1.4)	0.8 (1.6)	1.1 (1.8)	1.1 (2.1)	1.2 (2.1)	1.9 (3)	2.2 (4)	2.6 (4)
カヤ	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.2)	-	-	0.03 (0.1)	0.03 (0.04)	0.03 (0.05)	0.04 (0.1)	0.01 (0.02)	0.01 (0.03)	0.01 (0.02)
イヌガヤ	-	-	0.01 (0.02)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スギ	-	-	-	-	-	0.01 (0.02)	-	-	-	0.01 (0.02)	0.01 (0.03)	0.01 (0.02)
ヒノキ	-	-	-	-	-	0.01 (0.03)	-	-	-	-	-	-
ヒサカキ	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.3 (0.5)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.3)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.3 (0.5)	0.04 (0.1)	0.04 (0.1)	0.1 (0.2)
サカキ	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.4 (0.6)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.2)	0.3 (0.4)	0.3 (0.5)	0.6 (1.0)	0.1 (0.1)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)
ヤブニッケイ	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.2 (0.3)	-	-	0.1 (0.2)	0.04 (0.1)	0.04 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.2 (0.4)
クロバイ	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.02)	0.01 (0.03)	0.04 (0.1)	-	-	-
シキミ	0.01 (0.02)	0.01 (0.02)	0.01 (0.02)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シロダモ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03 (0.04)	0.03 (0.04)	0.03 (0.04)
アラカシ	-	-	0.01 (0.02)	-	-	-	-	-	0.01 (0.03)	-	-	0.2 (0.3)
スタジイ	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.02)	0.01 (0.03)	0.01 (0.03)	-	-	-
タブノキ	-	-	0.01 (0.02)	-	-	-	0.01 (0.02)	0.01 (0.03)	0.03 (0.05)	-	-	-
バリバリノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.03)	-	-	-
ヤブツバキ	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.03)	-	-	-
コナラ	13.7 (24)	14.5 (24)	13.9 (22)	5.6 (12)	5.6 (11)	3.1 (6)	0.5 (0.9)	0.4 (0.7)	0.4 (0.7)	2.7 (5)	2.4 (4)	1.8 (3)
サクラ	0.7 (1.2)	-	-	1.3 (3)	1.3 (3)	1.3 (3)	0.8 (1.1)	0.9 (1.7)	1.1 (1.9)	6.5 (11)	2.8 (5)	2.7 (5)
アオハダ	0.4 (0.7)	0.4 (0.7)	0.5 (0.9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イヌシデ	1.0 (1.7)	1.1 (1.8)	1.2 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エゴノキ	-	-	-	-	-	-	0.1 (0.1)	-	-	-	-	-
イロハモミジ	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カゴノキ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04 (0.1)
ネムノキ	-	-	-	-	-	-	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	-	-	-	-
フサザクラ	0.4 (0.6)	0.4 (0.6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ホオノキ	-	-	-	0.5 (1.1)	0.6 (1.1)	0.6 (1.1)	-	-	-	1.0 (1.7)	1.2 (2)	1.2 (2)
ミスギ	0.3 (0.5)	0.4 (0.6)	0.3 (0.5)	0.8 (1.8)	0.9 (1.8)	0.9 (1.8)	-	-	-	1.0 (1.8)	1.0 (1.7)	1.1 (1.8)
ヤマボウシ	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.1 (0.1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	57.3	60.2	62.0	47.1	51.8	50.0	59.0	55.4	56.5	57.3	56.9	60.0

※単位はm<sup>2</sup>/ha, 括弧 ( ) 内は相対胸高断面面積合計 (%) を示す。樹種は針葉樹, 常緑広葉樹, 落葉広葉樹に区切った

表-4. 主要樹種の各区画における10年間の枯死木と進界木の幹数

幹数/ha	IIA		IIB		III		IV	
	枯死木	進界木	枯死木	進界木	枯死木	進界木	枯死木	進界木
モミ	131	10	120	0	323	0	143	17
ツガ	15	0	0	0	0	0	0	0
ヒサカキ	5	35	0	27	5	59	0	22
サカキ	0	45	0	16	0	48	0	0
コナラ	15	0	33	0	5	0	11	0