

丹沢山地におけるブナハバチの加害と影響 に関するブナ年輪幅変動の解析

越地 正*・田村 淳*・山根正伸*

Analysis of the fluctuation of annual ring width of beech (*Fagus crenata*)
on the feeding damage from sawfly (*Fagineura crenativora*)
in the Tanzawa Mountains

Masashi KOSHJI*, Atsushi TAMURA*, Masanobu YAMANE*

要 旨

越地 正・田村 淳・山根正伸：丹沢山地におけるブナハバチの加害と影響に関するブナ年輪幅変動の解析 神奈川県自環保七報3:11-24, 2006 神奈川県丹沢山地のブナ林の衰退メカニズムを究明するため、最近大発生を繰り返しているブナハバチについてブナの年輪解析を中心に食害の影響を調査した。併せて2002年以降のブナハバチ被害を追跡調査した。年輪解析の結果、激害型の被害を受けた個体は1970年頃からの年輪幅変動が大きいこと、繰り返しの食害を受けることにより年輪幅が急激に低下することがわかった。追跡調査によりブナハバチの大発生時には激害型被害が発生しやすいこと、同じ個体が連年被害を受けやすいことが特徴的であった。ストレスを受けやすい南向き斜面でも健全な個体は被害を受けにくい、衰弱傾向にある個体は被害を受けやすく、さらに特異的なブナハバチの食害様式が加わり衰弱枯死につながることを示唆された。食葉性昆虫の食害により広葉樹が枯死することはまれとされているが、今回のブナハバチ被害は新たな枯死事例といえた。

キーワード：ブナハバチ、ブナ衰退、年輪解析

I はじめに

神奈川県では丹沢山地においてブナやウラジロモミを中心とする樹木衰退が1970～1980年頃にかけて目立ち始めた(越地, 1996)。ブナ等広葉樹は最近でも衰退枯死が進んでいる。これに対して、当センターでは現在重点研究プロジェクトとして衰退原因解明の調査研究を進めている。ブナ等の衰退要因としては、オゾン等の大気汚染や乾燥化等による水分ストレス、病虫害被害が主要因ではないかとして検討している。

病虫害被害としては、ブナの葉を食害するブナハバチが1993年から大発生を繰り返している。ブナハバチは、属レベルの新種として2000年に *Fagineura crenativora* (和名ブナハバチ) として命名され、生活史の概要が報告された (Shinohara et al., 2000)。その後もブナハバチの生活史については生

態調査が行われている(山上ら, 2001; 山上ら, 2005)。著者らは1993年から丹沢山地のブナハバチ食害によるブナの被害状況を中心に調査を行ってきた。1999年までの結果については、既にとりまとめ報告した(越地, 2002)。

今回は、ブナハバチ被害とその影響について年輪解析を中心に検討したので報告する。

年輪情報は気象、自然災害、大気汚染影響などのイベントを記録するものとして評価されている(深澤, 1997)。鈴木(1992)は神奈川県大山モミや平地のスギに対して年輪解析を行い、大気汚染との関係を指摘した。野堀(1998)は北日本8地域のブナの年輪幅の変動を調べ、気温との関係を報告している。しかし、丹沢山地のブナの年輪情報についてはほとんど報告されていない。丹沢のブナ衰退に大きく影響を及ぼすと考えられるブナハバチ被害と年輪変動の関係について検討しておくことは今後のブナ林の

保全対策を考えていく上で重要と考える。

本報告にあたり指導助言をいただいた東海大学総合教育センター教授山上明氏、元神奈川県森林研究所研究部長鈴木清氏に厚くお礼申し上げる。

なお、報告の一部は丹沢大山総合調査の特定課題であるブナ衰退調査の一環として実施したものである。

II 調査地と方法

1 調査地

調査地は、東丹沢では丹沢山周辺、西丹沢では檜洞丸周辺を代表地域とした(図1)。



図1 調査地の位置

固定標準地は1997年に設定した場所(越地, 2002)で、東丹沢では天王寺尾根の標高1,300m地点、丹沢山頂近くの標高1,450m地点、堂平の標高1,200m地点の3地点にそれぞれ2箇所ずつの6箇所、西丹沢では檜洞丸山頂近くの1,520m地点に2箇所、計4地点の8箇所である。各地点で設定した2箇所ずつの標準地は、微地形的に南向き斜面をPlot 1、北向き斜面をPlot 2として近接して設定した。但し、堂平固定標準地は南東向きの緩斜面のため2箇所とも南向き斜面とした。

実際のブナハバチによる食害は固定標準地以外の場所にも発生したため、2002年に任意地点調査を追加した。その調査地は、丹沢山周辺では登山コース沿いの標高1,200mから丹沢山山頂まで、檜洞丸周辺ではツツジ新道沿いの標高1,200mから1,600mまでの範囲にあるブナ林に対して一定間隔毎に調査地点を設けた。

年輪調査は、固定標準地付近の丹沢山周辺3箇所、

檜洞丸周辺2箇所の地点で行った。

2 調査方法

ブナハバチ被害調査：固定標準地は、大きさ10m×50mで、1997年に単木ごとに識別したものを2002年と2005年に追跡調査し、食害率を判定した。任意地点調査では登山コース沿いのまとまりのあるブナ林を対象に設定した調査地点で、任意に選定したブナの食害率を判定した。調査は2002年から2005年にかけて行った。ブナハバチは、毎年同じ木を食害する傾向がみられることから連年食害の影響を調べるため、任意地点で標本木を決め写真撮影により定期的に観察した。

単木ごとの被害判定は、葉の食害率を目視により次の5段階に区分した。

①激害：食害率90%以上、②大害：食害率50～90%、③中害：食害率25～50%、④微害：食害率25%以下のもの、⑤無害：食害無し

年輪調査：年輪幅を正確に測定するにはブナを伐採して円板試料を採取するのが望ましい。しかし、丹沢山地のブナ林は丹沢大山国定公園の特別保護地域にあるため円板試料の採取は困難である。今回はブナへの影響を最小限にして年輪情報を得るため成長錐による方法で行った。年輪試料は、食害記録のある個体を調査箇所から5本以上任意に選定した。年輪採取は、胸高直径の高さでS方向及びN方向又は斜面の上下方向の2方向の部位から行った。なお、試料採取後の傷穴には防腐剤を処理し、傷口には癒合剤を充填した。採取した年輪試料は、乾燥収縮しないよう直ちに瞬間接着剤で板に固定、カンナで成形後、年輪解析装置により1/100mm単位で年輪幅を測定した。

測定した年輪幅は長期変動を解析するため実測値から5年移動平均値を求め、指数回帰曲線に当てはめ標準化し比較検討した(鈴木, 1992)。

III 結果

1 ブナハバチの発生状況

任意地点での被害調査結果を図2に示した。檜洞丸コースでは2002年からいずれの年も激害の占める割合が3～4割、激害と大害を含めた割合では4

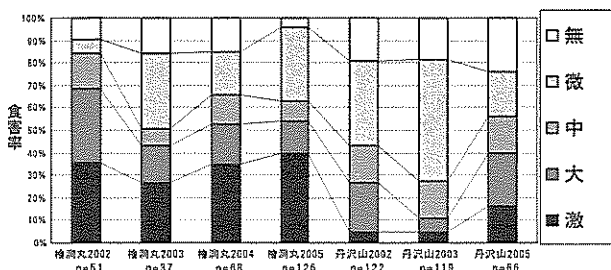


図2 任意地点調査での年度別食害度の変化

～7割となった。いずれの年も食害率が大きく大発生
の状態にあった。一方、丹沢山コースでは2002年と
2003年には激害の占める割合は低かったが、2005年
には激害の占める割合が2割弱となり増加傾向を示
した。丹沢山周辺のブナハバチ食害は、檜洞丸周辺
より規模は小さく、激害木も点状にみられる程度で
大発生とはいえない状況であった。

現在までのブナハバチの発生状況を整理すると表
1のようになる。

表1 ブナハバチの発生状況

	檜洞丸周辺	丹沢山周辺
第1期	1993～1994	1993*
第2期	1997～1999	1997～1999
第3期	2002～2005	(2005～)

* (山上ら, 2001)

丹沢山地で記録された最初の発生を第1期、1997
年からの発生を第2期、2002年以降の発生を第3期
とした。大発生の開始年はほぼ5年間隔で起こって
いる。檜洞丸周辺では、第1期、第2期とも2～3
年で大発生は収束したが、第3期の2002年以降は毎
年大発生が続いており、従来とは異なるパターンが
現れている。一方、丹沢山周辺では第2期までは檜
洞丸周辺と同様であった。その後の2004年までは
低い被害レベルにあったが、2005年には激害木が2
割近くに増大したことから、今後の大発生も予想さ
れる。いずれにしても現時点では第2期の1997～
1998年にかけての大発生が丹沢山地一帯の広範囲
にみられたもので最大規模のものであった。また、

表2 採取年輪試料の概要

番号	採取地(標高)	名称	胸高直径 cm	推定樹齢 (年)	成育状況と ブナハバチ 被害	備考
1	丹沢山(1350m)	丹南1	69	340	枯死寸前	
2	丹沢山(1450m)	丹南2	57	218	大害	Plot1
3	丹沢山(1450m)	丹南3	51	216	中害	Plot1
4	丹沢山(1450m)	丹南4	54	206	微害	Plot1
5	丹沢山(1450m)	丹南5	37	183	大害・衰弱	Plot1
6	丹沢山(1450m)	丹南6	44	182	微害	Plot2
7	丹沢山(1450m)	丹南7	35	111	大害・衰弱	
8	天王寺尾根(1300m)	天王1	66	182	健全	Plot1
9	天王寺尾根(1300m)	天王2	45	176	微害	Plot1
10	天王寺尾根(1300m)	天王3	52	175	激害	Plot1
11	天王寺尾根(1300m)	天王4	34	170	健全	Plot1
12	天王寺尾根(1300m)	天王5	32	184	枯死寸前	
13	天王寺尾根(1300m)	天王6	43	158	中害	
14	天王寺尾根(1300m)	天王7	53	137	健全	
15	天王寺尾根(1300m)	天王8	54	130	健全	Plot2
16	天王寺尾根(1300m)	天王9	76	365		
17	堂平(1250m)	堂平1	77	373	中害	Plot1
18	堂平(1250m)	堂平2	68	168	微害	Plot1
19	堂平(1200m)	堂平3	47	199	大害・衰弱	Plot2
20	堂平(1200m)	堂平5	52	186	健全	Plot2
21	堂平(1200m)	堂平6	50	263	微害	Plot2
22	堂平(1200m)	堂平7	63	194	枯死寸前	
23	堂平(1250m)	堂平8	87	371	健全	Plot1
24	堂平(1200m)	堂平9	43	162	中害	Plot2
25	堂平(1200m)	堂平10	37	200	微害	
26	堂平(1200m)	堂平11	56	237	枯死	1995年風倒枯死
27	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小1	44	105	激害	
28	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小2	44	135	健全	
29	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小3	42	98	衰弱・激害	キクイムシ類のふん跡多し
30	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小4	56	211	衰弱	
31	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小5	45	135	衰弱・激害	キクイムシ類のふん跡多し
32	檜洞丸山小屋(1500m)	檜小6	39	93	微害	2004年枯死
33	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南1	37	126	衰弱	
34	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南2	38	128	衰弱	キクイムシ類のふん跡多し
35	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南3	49	185	枯死	
36	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南4	77	207	健全	Plot1
37	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南5	38	85	健全	Plot1
38	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南6	38	118	大害	
39	檜洞丸木道南面(1500m)	檜南7	88	396	衰弱	キクイムシ類のふん跡あり
40	丹沢山堂平上(1350m)	三峯1	66	246	枯死	1995年枯死

東丹沢地域より西丹沢地域の方がブナハバチ被害の発生する頻度は高いことがわかった。

2 年輪解析

(1) 樹齢推定

年輪解析を行った標本木の採取地とその概要を表2に示した。まず、年輪の基本情報として必要な樹齢を推定した。今回は成長錐による方法で行ったため、コアの長さ約20cm部分の年輪しか読み取れなかった。未測定部分の樹齢推定は、直近30～40年間の平均年輪幅を求め、年輪数を算出し、さらに胸高位置に達するまでの年齢10年を加え推定樹齢とした。表2の年輪試料について、ブナの胸高直径と推定樹齢の関係を図3に示した。

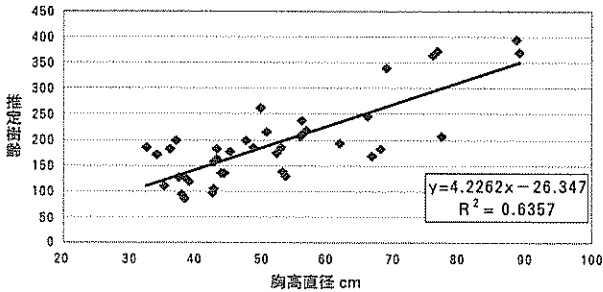


図3 ブナの胸高直径と推定樹齢の関係

この推定式は $y = 4.2262x - 26.347$ (相関係数 $r = 0.797$) となり、ブナの胸高直径が40～90cmの範囲では樹齢がほぼ推定可能である。

但し、風衝地や被圧木などブナの生育環境によっては年輪が密になる可能性があり、この関係式があてはまらない場合もありうる。

調査したブナの樹齢は胸高直径88cm、396年と推定したものが最大であった。胸高直径50cm前後で150～200年のブナが平均的なものであった。なお、ブナハバチの食害は特に高齢のものだけが狙われるわけではなく樹齢との関係は明らかではなかった。

(2) 健全型ブナの年輪変動

採取した年輪試料のうち健全～微害程度の被害を受けたブナ16個体を解析した。特徴的な年輪変動がみられた事例を図4-1、図4-2に示した。

このブナは胸高直径が54cm、推定樹齢206年である。1997年以降、微害程度の被害を受けているが健全と判断される個体である。年輪幅は成長とともに低下する傾向にあるが、5点移動平均でみると一定

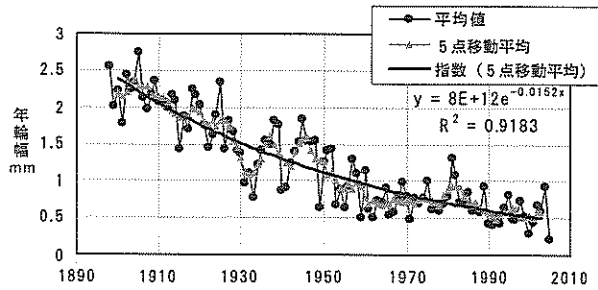


図4-1 丹沢山南面ブナの年輪幅変動(丹南4)

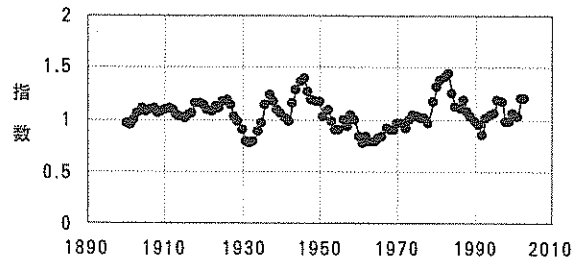


図4-2 丹沢山南面ブナの年輪変動(丹南4)

間隔で上下変動をしている。標準化した年輪変動でも基準線である1を中心として一定の間隔で上下変動を示し、年輪幅の低下はみられなかった。

図5、図6には調査地点の異なる場所での年輪変動を示した。個体により変動のパターンは異なるが、いずれも一定の間隔での上下変動がみられており健全型ブナの特徴的な変動を示した。

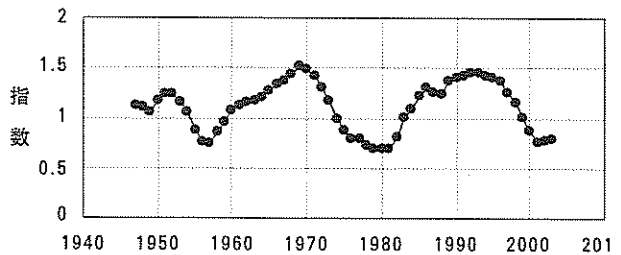


図5 天王寺ブナの年輪変動(天王1)

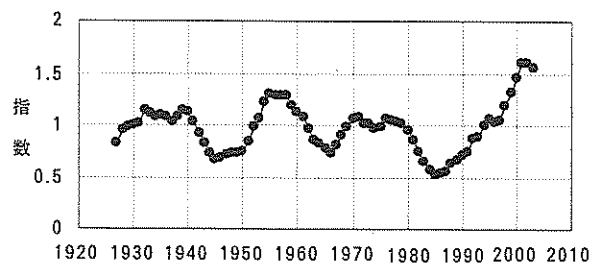


図6 檜洞丸健全ブナの年輪変動(檜南4)

(3) 激害型ブナの年輪変動

採取した年輪試料のうち激害ないし大害を受けたブナ9個体を解析した。特徴的な年輪変動がみられた事例を示す。

①事例1：檜洞丸から石棚へ分岐する地点にあるブナの樹形変化を写真1に示した。このブナは胸高直径38cm、推定樹齢128年である。1994年、1999年、2002年、2004～2005年と5回の激害を確認している。2002年までは食害を受けても8月には全体に再生した葉がみられたが、2004年以後は部分的にしか再生葉がみられなくなった。枝枯れもかなり進行しておりキクイムシ類の糞の痕跡も認められたことから枯死寸前の状態にある。

その年輪変動を図7-1、図7-2に示した。

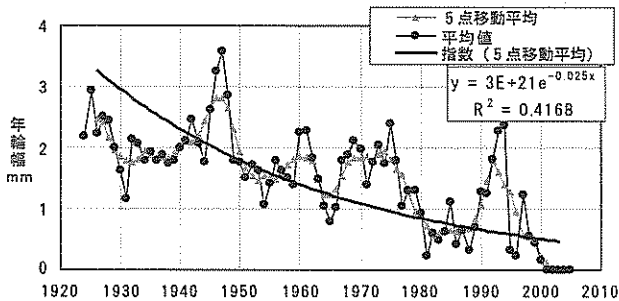


図7-1 檜洞丸激害ブナの年輪変動 (檜南2)

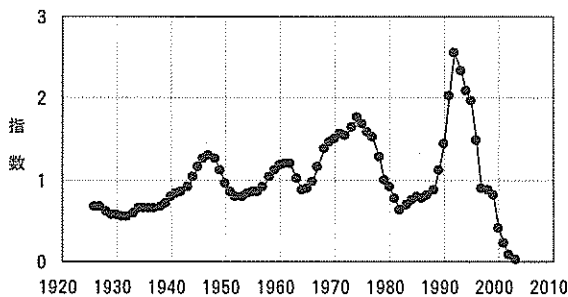


図7-2 檜洞丸激害型ブナの年輪変動 (檜南2)

図7-1の1995年及び1999年以後の年輪幅の低下はブナハバチ食害の影響と考えられる。また、図7-2の基準線1を上下する変動が1970年頃から大きくなる特徴がみられ、最近の10年間に急激に低下するパターンを示した。このブナは1999年にも採取した年輪資料があり、今回採取した年輪と比較したところ、2001年から2005年までの年輪が形成されていないことが判明した。1994年から繰り返しの激害を受け衰弱が進み、5年前からは年輪が形

成されなくなった事例である。そのほかの大きな変動としては、図7-1にみられるように1980年代の年輪幅の低下であり10年ほど続いている。

②事例2：丹沢山山頂付近ブナの樹形変化を写真2に示した。このブナは胸高直径35cm、推定樹齢111年である。1997年以後5回の激害被害を確認している。2005年には事例1と同様、再生した葉が部分的にしか認められず、外観的には枯死寸前の状態といえた。

年輪変動は図8-1、図8-2に示した。図8-1

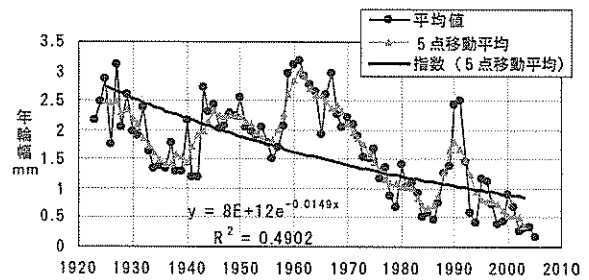


図8-1 丹沢山激害ブナの年輪変動 (丹南7)

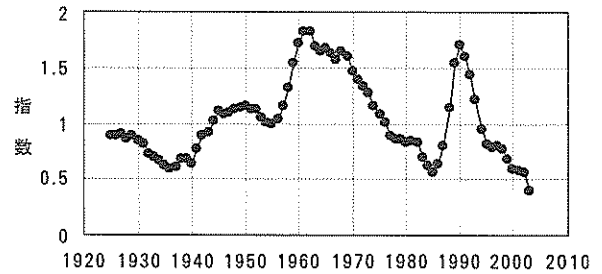


図8-2 丹沢山激害ブナの年輪変動 (丹南7)

1に示す年輪変動をみると、ブナハバチによる激害が発生した1993～1994年、1998～1999年には年輪幅の急激な低下がみられ、2003年以後にはさらに低下する年輪変動を示した。図8-2の標準化した年輪変動でも1960年頃から年輪幅の変動が大きくなる特徴がみられ、事例1の年輪変動と同様なパターンを示している。

③事例3：檜洞丸の山小屋南面にあるブナで、胸高直径45cm、推定樹齢135年である。写真3に示すように2002年、2004年、2005年の3回の激害を確認している。その年輪変動を図9-1、図9-2に示した。1960年頃までは健全型ブナにみられるパターンと同様にほぼ一定の変動で推移しているが、1970年頃から変動が大きくなり、1980年代の年輪幅

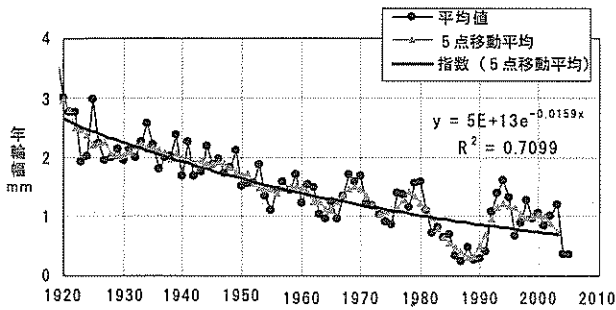


図9-1 檜洞丸激害ブナの年輪変動 (檜小5)

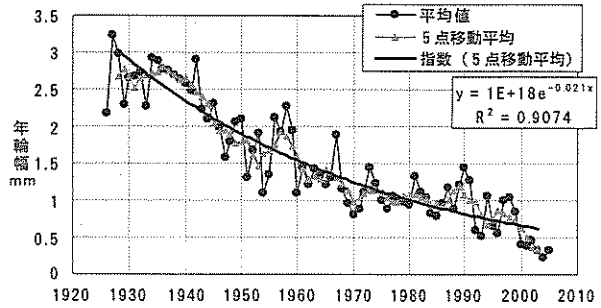


図10-1 檜洞丸激害ブナの年輪変動 (檜南6)

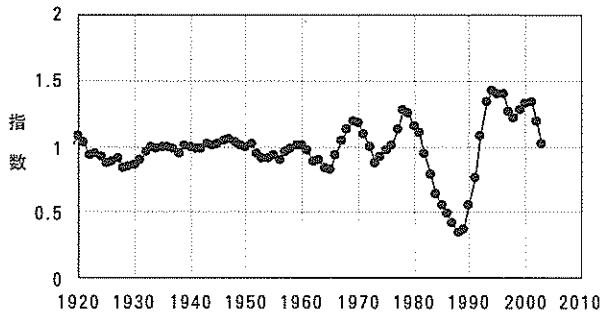


図9-2 檜洞丸激害ブナの年輪変動 (檜小5)

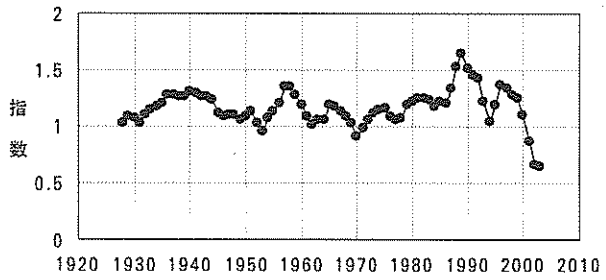


図10-2 檜洞丸激害型ブナの年輪変動 (檜南6)

の低下と2004年、2005年には食害時期と一致した年輪幅の低下が認められる。

④事例4：檜洞丸の木道南面にあるブナで、胸高直径38cm、推定樹齢118年である。2004年、2005年に激害の被害を確認している。その年輪変動を図10-1、図10-2に示した。1980年頃までは健全型ブナと同様に一定の変動で推移しているが、1990年頃から変動が大きくなり2000年以降急激な年輪幅の低下が認められる。この個体は2000年以後食害を受けるようになったもので、現時点では衰弱するほどの樹勢低下はみられない。

3 ブナハバチによる衰弱枯死

(1) 固定標準地の調査結果

固定標準地での被害状況を付表1～4に示した。1999年までの結果については既に報告した(越地, 2002)。2002年と2005年のブナハバチの食害は丹沢山頂Plot1と天王寺尾根Plot1で大害の個体がわずかにみられただけで、全体的にはいずれも微害ないし無害のものがほとんどであった。今回の調査でみられた大きい変化としては、図11に示すように衰弱枯死する個体が発生したことである。いずれの地点でも南向き斜面側に衰弱枯死する個体が多くみられ、北向き斜面では少なかった。衰弱枯死した個体の中

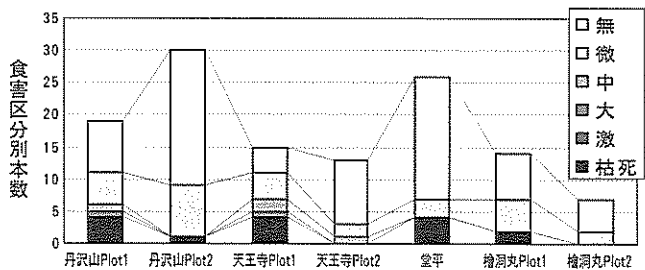


図11 固定標準地の食害度区分別本数 (2005年)

にはブナハバチ食害を受けなくても枯れたものも含まれている。丹沢山の固定標準地3地点での衰弱枯死した割合は2～3割であった。このうち過去の被害経緯からブナハバチ食害の影響による衰弱枯死と判断できたものは、枯死木全体の約6割で、いずれも1997～1999年の被害を受けて発生したものである。一方、西丹沢檜洞丸の固定標準地でみられた枯死はブナハバチ食害によるものではなかった。

(2) 任意地点の調査結果

任意地点調査で衰弱枯死した20事例を整理した。その一覧表を表3に示した。このうち特徴的な3事例の樹形変化を次に示す。

①事例1 (表3の整理番号1の個体)：檜洞丸から石棚へ分岐する地点にあるブナの樹形変化を写真4に示した。このブナは1999年に中害、2002年に激害

表3 ブナハバチ食害による衰弱枯死事例

整理番号 場所	胸高直径cm	1993	1994	1995	1997	1998	1999	2002	2004	2005	備考
1 檜洞丸	40	—	—	—	—	微	中	激	枯死		
2 檜洞丸	38	激	—	—	—	—	中	大	激	激	衰弱
3 檜洞丸	38	—	激	—	—	—	激	激	激	激	枯死寸前
4 檜洞丸	80	—	—	—	—	微	微	激	枯死		
5 檜洞丸	80	激	激	大	激・枯死	—	枯死				
6 檜洞丸	35	—	激	—	激	—	—				
7 檜洞丸	70	—	—	微	大	—	中	激	枯死		
8 檜洞丸	60	—	—	—	—	—	微	激	枯死		
9 檜洞丸	35	—	—	—	—	—	激	枯死			
10 檜洞丸	40	大	(激)	—	—	—	大	激	枯死		
11 檜洞丸	50	—	—	激	—	—	微	中	枯死		
12 檜洞丸	35	微	微	—	—	微	中	激	枯死		
13 檜洞丸	70	—	—	—	—	激	—	激	枯死		
14 檜洞丸	50	—	—	—	—	—	—	激	枯死		
15 丹沢山	35	—	—	—	激	激	—	激	激	激	枯死寸前
16 丹沢山	18	—	—	—	微	大	激	枯死			
17 丹沢山	50	—	—	—	大	激	激	枯死			
18 丹沢山	37	—	—	—	中	大	大	枯死			
19 丹沢山	15	—	—	—	微	大	激	枯死			
20 丹沢山	32	—	—	—	大	大	激	枯死			

注) —は未調査年

を確認しており、2004年に枯死した。観察した年以外にも被害を受けた可能性があり食害の影響が大きいと判断された。

②事例2 (表3の整理番号5の個体): 檜洞丸木道付近の南面ブナの樹形変化を写真5に示した。このブナは1993年から4回の激害~大害を受けたもので1997年に枯死を確認した。繰り返しのブナハバチ食害により衰弱枯死した。

③事例3 (表3の整理番号12の個体): 檜洞丸の山小屋南面にある樹形変化を写真6に示した。このブナは、1999年に中害、2002年に激害を受け2004年に枯死を確認したもので、急激に衰弱枯死した。この個体も調査年以外にも被害を受けた可能性がある。

これらの事例は、いずれも繰り返しの連年被害を受けた後、数年以内に衰弱枯死している。

観測点の平均気温の変動を指数化して図12に示した。年平均気温は変動が小さいため関係は捉えにくかったが、12月~3月の月平均気温でみると1980年代の変動は、年輪幅の変動と同様であった。降水量でも図13に示すように気温と同様な傾向がみられた。したがって、1980年代から1990年代初めにかけての変動は気象の影響もあると考えられたが、

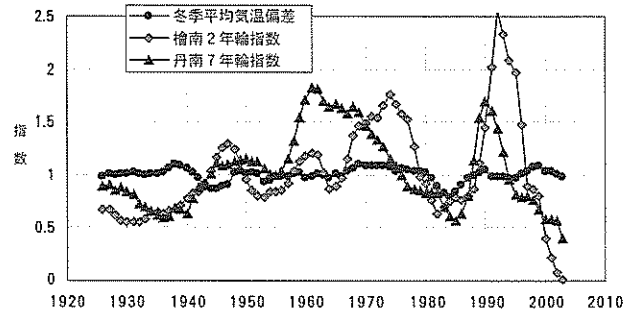


図12 冬季平均気温偏差と年輪指数偏差の関係

IV 考察

1 年輪幅の変動要因

(1) 気象要因

年輪幅の変動と気象とは関係があるといわれている。北日本8地域のブナ年輪幅の変動を調べ、調査地域のブナで年輪変動が同調していること、その変動は前年の気温と正の相関がみられたとしている(野堀, 1998)。

長期間観測データのある横浜地方気象台「横浜」

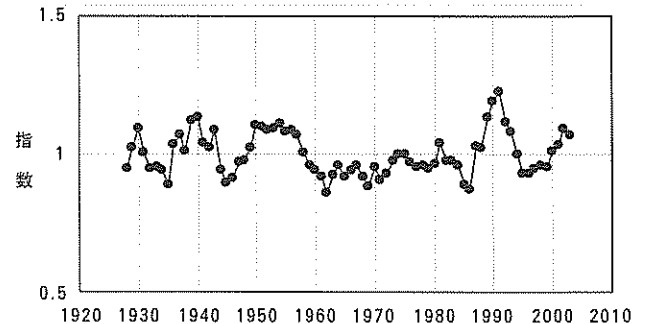


図13 横浜における年降水量の変動(横浜地方気象台)

他の期間では年輪変動と一致する変化はみられなかったことから気象要因だけでは説明できなかった。

(2) ブナ種子の豊凶

ブナの豊作年は年輪幅が低下するとされている(尾形ら, 1994)。丹沢山地において最近では1993年、1996年、2003年が豊作年であった(齋藤, 2001)が、それ以前は記録がない。1993年と2003年はブナハバチの大発生年と重なっており豊作年の影響も考えられる。

(3) 大気汚染

福岡県北九州市ではスギ、アカマツに対し過去の大気汚染(硫黄酸化物、降下ばいじん)が年輪幅に影響したとしている(安田ら, 1993)。また、神奈川県大山モミヤ平地のスギに対して年輪解析を行い、1970年頃共通的な年輪幅の低下現象がみられたとして、当時高濃度であった硫黄酸化物が影響した可能性を指摘した(鈴木, 1992)。この点からブナの年輪幅をみると、モミヤスギにみられた1970年頃の年輪幅の低下はブナでは明確ではなく、むしろ増加傾向を示し1980年代になって低下する傾向がみられる。1980年代はブナ枯れが目立った時期であるが、当時の年輪幅の低下と大気汚染影響との直接的な関係は見いだせなかった。最近では大気汚染物質のうちオゾンの樹木影響が問題とされている。丹沢山地一帯でオゾン濃度を測定した結果、山地の主稜線沿いに高いオゾン濃度が観測され、ブナの生長をかなり阻害するレベルにあるとしている(阿相ら, 2003; 相原ら, 2004)。ブナはオゾンに対して感受性の高い樹木にランクされており(伊豆田ら, 2001)、オープントップチャンバーによる西丹沢犬越路での実験からもブナの成長量が2割程度低下するとの報告がある。(武田ら, 2005)。これらの結果からオゾンもブナの年輪幅に影響していると考えられる。

以上のように年輪幅の低下には、現地ではいくつかの要因が重なり合って現れるので、どの要因が強く影響したかを捉えることは難しい。1980年代の年輪幅の低下はいくつかの要因が働きあって生じたものであろう。しかし、今回認められた2000年頃からの年輪幅の低下は、他の要因も考えられるが直接的にはブナハバチ被害を確認しているので、その影響が大きいと判断した。

2 ブナハバチ被害と衰弱枯死

ブナハバチの食害は北向き斜面より南向き斜面に多く発生している。固定標準地として設定した南向き斜面と北向き斜面では微地形的には近接した場所であるにもかかわらず衰弱枯死に大きく影響することがわかった。

主尾根から南向き斜面のブナは高濃度オゾンや各種のストレスを受けやすい条件下にある。最近の気温上昇については横浜地方気象台「横浜」観測点では100年換算による日平均気温で2.4℃、12月～2月の寒候期の日平均気温で4.0℃上昇したとしている(横浜地方気象台, 1996)。山地の気温は気温減率0.6℃としての推定値と相関が高いことから丹沢山地でも最近の気温上昇が推測される。また、檜洞丸の南向き斜面ではブナの衰退が進みギャップとなっている場所がみられる。大きいギャップは直射日光が入り、特に春先などは乾燥しやすい。ブナは水ストレスに敏感とされている(Maruyama et al., 1990)ことからしても成育に不利な条件となる。

北面より南面ではブナの展葉がばらつき、展葉の遅い個体をブナハバチが食害する傾向があるとしている(田村ら, 2004)が、展葉の遅れる個体はストレスを受け衰弱傾向にあるものが多いと考えられる。南向き斜面にあるブナでも年輪変動がほぼ一定で健全と思われる個体はブナハバチの食害を受けにくい。このようなブナは外観的にも樹形が正常で葉量の多い個体である。しかし、ストレスを受けた年輪変動の大きい個体は被害を受けやすいと考えられた。

青森県八甲田山ではブナアオシャチホコの食害が原因とされるブナの大量枯死が報告されている(鎌田ら, 1989)が、一般的には食葉性昆虫により広葉樹が枯死することはまれとされている。

ブナハバチ食害による衰弱枯死もまれな事例といえるが、被害の特徴として大発生時にはブナの葉全てを食い尽くす激害型被害が発生しやすいこと、さらに同じ個体が繰り返しの連年被害を受けやすいことから急激な樹勢低下が進み、ストレスに対して抵抗力の弱い個体から衰弱枯死していくものと考えた。今後はストレスの除去によるブナハバチの発生リスクの低下が望まれるが、一方ではストレスに抵抗力のある健全なブナ林を保全・再生していくことも重要であろう。

IV おわりに

丹沢のブナ林は太平洋型ブナ林を代表する貴重な存在である。しかし、最近になって大きな変化がみられるようになった。神奈川県では1993年から1996年にかけて「丹沢大山自然環境総合調査」を実施し、ブナの立ち枯れ、スズタケなどの林床植生の衰退、ニホンジカ個体群の衰弱など多くの問題が報告されている(神奈川県,1997)。ブナ林の衰退については1980年頃から目立ち始めたが、その衰退枯死要因としてはオゾン、乾燥化、病害虫があげられ検討されている。

今回の報告では病害虫調査として最近になって繰り返し大発生するようになったブナハバチの加害影響について検討した。その結果、ブナハバチ食害によりブナが衰弱枯死する事例が認められた。しかし、ストレスを受けやすい南向き斜面でも健全なブナは成育しており、これらのブナはブナハバチの食害を受けにくいことがわかった。今後、ブナ林の保全再生事業を進めていくうえでは、健全なブナを保全するとともに、ストレスに抵抗力のあるブナを選抜・増殖し、大きいギャップを対象にして現地植栽による短期間での森林再生も必要となる。また、今後もブナハバチの大発生が続く可能性があるため継続調査し、ブナハバチの生態を究明するとともにその影響をモニタリングしていく必要がある。

最近、丹沢山地ではブナハバチ以外にも昆虫の大発生が観察されている。1996年には東丹沢堂平でシウリザクラを食害するサクラスガ(谷ら,2000)、2004年にはケヤマハンノキを食害するハムシ類、2005年には丹沢山地一帯でミヤマイボタを食害するマエアカスカシノメイガである。さらに2005年には西丹沢でブナやイヌブナを食害するブナアオシャチホコが発生した。神奈川県でのブナアオシャチホコの発生記録は1917年に1,000ha規模の被害があったとされている(西田,1919)が、これ以降の記録がないので88年ぶりの発生となる。

これらの最近における昆虫の大発生は、本来有する森林生態系の制御機能が失われつつあることに対する警鐘とも言える。一刻も早い丹沢山地の健全な森林の保全・再生が望まれる。

V 引用文献

- 相原敬次・阿相敏明・武田麻由子・越地 正
(2004) 森林衰退の現状と取り組み(Ⅱ) 神奈川県の丹沢山地における樹木衰退現象. 大気環境学会誌 39(2):29-39
- 阿相敏明・武田麻由子・相原敬次(2001) 丹沢大山における森林保全のためのオゾン許容量推定手法の開発—丹沢におけるオゾン汚染状況の把握と汚染の解明. 神奈川県環境科学センター研究報告 24:67-75
- 阿相敏明・内山佳美・齋藤央嗣(2005) 丹沢のブナ衰退機構解明のためのオゾン濃度分布調査. 第46回大気環境学会講演要旨集.
- 深澤和三(1997) 樹体の解剖. 海青社. 199pp
- 伊豆田 猛・松村秀幸・河野吉久・清水英幸
(2001) 樹木に対するオゾンの影響に関する実験的研究. 大気環境学会誌 36(2):60-77
- 鎌田直人・五十嵐正俊・金子 繁・菱谷文雄
(1989) ブナアオシャチホコの食害に伴うブナの大量枯損とその後の経過. 森林防疫 38:144~146
- 神奈川県環境部(1997) 丹沢大山自然環境総合調査報告書. 635pp.
- 越地 正・鈴木 清・須賀一夫(1996) 丹沢山地における森林衰退の研究(1) ブナ・モミ等の枯損実態. 神奈川県森林研究所報告 22:7-18
- 越地 正(2002) 丹沢山地におけるブナハバチ大発生の経過とブナの被害実態. 神奈川県自然環境保全センター研究報告 29:27-34
- Maruyama,K.and Toyama,Y.(1990) Effect of water stress on photosynthesis and transpiration in three tall deciduous trees. J.Jpn.For.Soc.,69:165-170
- 西田紀元(1919) 最近森林管内に発生せる主要病虫害に就いて. 青森林友 25:7-24
- 野堀嘉裕・高橋教夫・尾形俊成(1998) ブナ年輪幅の変動に及ぼす環境要因について—北日本8地域における標準年輪曲線の作成と気象要素の解析—. 日本林学会論文集 109:317-320
- 尾形俊成・高橋教夫・野堀嘉裕(1994) ブナ二次林の年輪変動に関する研究—豊作年と年輪幅の関係—. 日本林学会東北支部会誌 46:9-10

齋藤央嗣 (2001) ブナ林の再生技術開発研究- 苗木養成. 平成12年度神奈川県自然環境保全センター研究部業務報告 34: 33-34

Shinohara, A., V. Vikberg., A. Zinovjev, Yamagami, A.
(2000) *Fagineura crenativora*, a New Genus and Species of Sawfly Injurious to Beech Trees in Japan. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, Ser. A, 26 (3) :113-124

鈴木 清 (1992) 神奈川県大山のモミ林枯損経緯とその周辺地域の年輪幅の変化. 神奈川県林業試験場報告 19: 23-42

武田麻由子・相原敬次 (2005) 丹沢山地の環境オゾンがブナ苗に及ぼす影響. 神奈川県環境科学センター研究報告 28: 88-89

田村 淳・越地 正・山根正伸・藤沢示弘・齋藤央嗣・内山佳美・笹川裕史 (2004) 丹沢山地におけるブナの展葉時期の違いが葉食昆虫 (ブナハバチ) の摂食に及ぼす影響. 日本森林学会関東支部大会発表論文集 56: 223-224

谷 晋・伴野英雄・山上 明 (2000) 神奈川県丹沢山におけるサクラスガ大発生. 自然環境科学研究 Vol. 13: 127-130

山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2001) 丹沢のブナを食い荒らすブナハバチ. 国立科学博物館ニュース. 382, 5-7

山上 明・谷 晋・伴野英雄 (2005) ブナハバチの性比と産卵 (予報). 東海大学総合教育センター紀要第25号. 47-54

安田祐司・山下俊郎・城戸浩三 (1993) 北九州市でのスギ, アカマツの年輪幅に及ぼす大気汚染の影響. 大気汚染学会誌 28 (3): 153-158

横浜地方気象台 (1996) 神奈川の気象百年: 152pp

1994. 6. 16



食害率：激害

1999. 7. 2



激 害

2002. 7. 22



激 害

2004. 12. 3



先端部枝枯れ目立つ

写真1 檜洞丸南面（石棚分岐）のブナ樹形変化

1997. 6. 30



食害率：激害

1997. 10. 8



再生した葉

2002. 9. 20



激害後の再生葉

2005. 8. 31



激害後の再生葉

写真2 丹沢山頂のブナ樹形変化

2002. 7. 22



食害率：激害

2004. 7. 16



激 害

2005. 10. 6



激害後の再生葉はわずかに発生

写真3 檜洞丸山小屋南面のブナ樹形変化

1999. 6. 8



食害率：中害

2002. 8. 20



激害

2004. 12. 3



枯死

写真4 檜洞丸南面（石棚分岐）のブナ樹形変化

1994. 6. 15



食害率：激害（矢印）

1995. 8. 2



激害

1997. 10. 13



枯死

写真5 檜洞丸南面のブナ樹形変化

1998. 5. 22



食害率：激害

1999. 6. 8



中害

2002. 7. 22



激害

2004. 7. 16



枯死

写真6 檜洞丸南面（小屋側）のブナ樹形変化

付表1 丹沢山頂固定試験地での食害度の変化

標準地の微地形	個体番号	1997 食害度	1998 食害度	1999 食害度	2002 食害度	2005 食害度	備考
Plot.1 ・標高1440m ・傾斜22度 ・斜面方位SE	201	中	大	大	大	大	衰弱
	202	中	小	無	無	微	
	203	微	中	無	微	無	
	204	微	大	無	微	無	
	205	微	大	中	中	無	
	206	微	大	微	微	中	年輪採取05 4m上部枯れ
	207	微	大	大	小	無	
	208	中	大	中	小	無	
	209	中	中	中	無	枯死	
	210	微	中	無	無	枯死	
	211	中	中	中	無	枯死	
	212	微	中	大	大	枯死	年輪採取05
	214	中	中	大	大	無	
	215	中	中	中	大	無	
216	大	中	大	大	枯死	2000年枯死 年輪採取05	
217	大	中	大	中	微	年輪採取05	
218	大	中	大	大	微		
219	大	中	大	大	枯死		
220	中	中	大	大	大(衰弱)	微	衰弱
Plot.2 ・標高1450m ・傾斜15度 ・斜面方位NE	221	微	中	無	中	無	
	222	中	中	微	中	無	
	224	中	大	中	中	微	衰弱
	225	中	大	中	大	無	
	226	微	大	無	大	無	
	227	微	中	無	微	無	
	228	中	中	無	微	無	
	229	中	大	無	微	無	
	230	中	大	小	無	無	
	231	中	大	中	微	無	
	232	中	大	大	微	無	
	233	中	大	大	微	無	
	234	微	大	無	無	無	
	235	微	大	無	無	無	
	236	微	中	無	無	無	
	237	中	中	無	微	無	年輪採取05
	238	中	大	微	微	無	
	239	中	大	中	微	無	
	240	中	大	大	微	無	
241	微	大	中	微	無		
242	微	大	中	小	無		
243	中	大	大	小	無		
244	小	大	大	無	無		
245	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死	
246	中	大	中	中	微	微	
247	中	大	中	小	微	無	
248	大	中	中	無	無	無	
249	大	中	中	無	無	無	
250	中	中	中	中	無	無	
251	中	大	中	中	無	無	

付表2 天王寺尾根固定試験地での食害度の変化

標準地の微地形	個体番号	1997 食害度	1998 食害度	1999 食害度	2002 食害度	2005 食害度	備考
Plot.1 ・標高1320m ・傾斜8度 ・斜面方位S	180	無	無	無	無	無	年輪採取05
	181	微	大	大	微	無	先折れ
	182	中	大	大	微	中	
	183	微	大	大	微	中	やや衰弱
	184	微	大	大	微	無	
	185	微	大	大	微	枯死	2000年枯死
	186	大	大	大	微	枯死	2000年枯死
	187	中	大	大	小	大	
	188	中	大	大	小	大	年輪採取05
	189	微	大	大	中	微	年輪採取05
	190	大	大	大	中	中	
	191	大	大	大	中	枯死	枯死(倒木) 2000年枯死
	1833	中	大	大	無	枯死	2001年枯死
1841	無	無	無	無	微		
1911	無	無	無	無	無		
Plot.2 ・標高1320m ・傾斜14度 ・斜面方位N	192	微	中	微	無	無	
	193	微	中	微	無	無	
	194	無	無	無	無	無	年輪採取05
	195	無	無	無	無	無	
	196	中	中	中	無	無	
	197	無	中	無	無	無	やや衰弱
	198	無	無	無	無	無	
	199	無	無	無	無	無	
	200	無	無	無	無	無	
	201	無	無	無	無	無	
	202	無	無	無	無	無	
203	無	無	無	無	無		
204	無	無	無	無	無		

付表3 堂平固定試験地での食害度の変化

標準地の微地形	1997	1998	1999	2002	2005	備考	
	食害度	食害度	食害度	食害度	食害度		
Plot.1	252	大	中	微	枯死寸前	衰弱枯死 年輪採取05	
	253	大	中	微	微		
	・標高1210m	254	小	大	微		無
	・傾斜2度	255	大	枯死	枯死		枯死
・斜面方位S	256	中	大	大	無	無	
Plot.2	257	中	中	無	無	無	
	259	大	無	中	無	無	
	260	大	中	微	無	無	
	261	中	無	無	無	無	年輪採取05
	・標高1190m	262	中	無	無	無	衰弱 衰弱
	・傾斜9度	263	大	大	無	枯死寸前	
	・斜面方位SW	264	中	大	大	微	微
	265	中	大	微	微	無	無
	266	中	中	微	無	無	無
	267	中	中	微	無	無	無
	268	中	中	無	微	無	無
	269	中	中	無	微	無	無
	270	中	中	無	微	無	無
	271	中	無	無	微	無	無
272	中	大	中	無	無	やや衰弱	
273	中	中	中	無	無	無	
274	中	中	中	無	無	無	
275	中	無	無	無	無	無	
276	中	微	無	無	無	無	
277	微	大	大	枯死	枯死	枯死	
278	微	大	無	無	無	無	

付表4 檜洞丸固定試験地での食害度の変化

標準地の微地形	1997	1998	1999	2002	2005	備考	
	食害度	食害度	食害度	食害度	食害度		
Plot.1	312	中	中	中	微	年輪採取05 衰弱 太い枝折れ	
	313	中	微	微	無		
	314	無	無	無	無		
	・標高1520m	315	無	中	無	無	年輪採取05
	・傾斜20度	316	無	無	無	微	
	・斜面方位SE	317	無	無	無	無	無
	318	微	微	微	無	無	無
	319	中	無	無	無	無	無
	320	微	微	無	微	無	無
	321	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死
	322	中	中(風倒)	枯死	枯死	枯死	枯死
323	微	微	微	微	無	無	
324	微	無	無	無	無	無	
325	微	無	無	微	無	無	
Plot.2	326	中	中	無	無	無	
	327	無	微	無	無	無	
	328	微	微	無	無	無	
	・標高1520m	329	微	無	無	無	
	・傾斜20度	330	微	無	無	無	
	・斜面方位NW	331	中	微	無	無	
	332	微	無	無	無	無	