

平成 30 年度  
**亜熱帯森林・林業研究会**  
**研究発表論文集**

国頭村奥の林内



**亜熱帯森林・林業研究会**  
〒905-0012 沖縄県名護市字名護 4605-5  
沖縄県 農林水産部 森林資源研究センター内  
Phone 0980-52-2091 Fax 0980-53-3305

# 目 次

## 論 文

沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林の現存量	1
亜熱帯林研究会 中須賀 常雄	
上野 和昌	
岸本 司	
増野 高司	
琉球大学農学部 谷口 真吾	
沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林における樹芸林施業	7
亜熱帯林研究会 中須賀 常雄	
上野 和昌	
岸本 司	
増野 高司	
琉球大学農学部 谷口 真吾	
テフラと沖縄本島の土壌、樹林	12
北海道大学総合博物館資料部 春木 雅寛	
北海道大学名誉教授 東 三郎	
沖縄マングローブ協会 上野 和昌	
中須賀 常雄	
植栽したマングローブ林の現況	21
亜熱帯林研究会 上野 和昌	
中須賀 常雄	
屋我地エコツアーネット 梅村 宙子	
笹島 久美子	
海の森の会 佐久本 盛扶	
琉球大学農学部 谷口 真吾	
鉢上げ後1年が経過したフクギさし木苗の形状の系統間差 および実生苗の形状との比較	29
森林総合研究所 林木育種センター 西表熱帯林育種技術園 千吉良 治	
森林総合研究所 林木育種センター 海外協力部 松下 通也	
森林総合研究所 林木育種センター 西表熱帯林育種技術園 楠城 時彦	
古本 良	

## ご挨拶

今年は広島及び近畿各地にかけて発生した7月集中豪雨や、関東でのゲリラ豪雨、加えて、本州各地で35℃を超える真夏日が連日続く等、異常な気象となっており、これらの異常気象の被害にあわれた方々にお見舞い申し上げます。

平成30年度亜熱帯森林・林業研究会を開催するにあたり、ご挨拶申し上げます。

本日は会員の皆様をはじめ、亜熱帯森林・林業研究会に関心をお持ちの皆様、多数のご参加をいただき、ありがとうございます。今回の研究発表は森林・林業に関わる広い分野から、17件の口頭発表とポスターによる展示が1件、行われており、会員の皆様の日頃の努力と開催に際してのご支援・ご協力に改めて敬意を表する次第であります。

さて、昨年度12月に、市町村が実施する森林整備等に必要な財源に充てるため、来年度の税制改正において森林環境税（仮称）及び森林環境譲与税（仮称）が創設されることが閣議決定されました。これまで、林業の採算性の悪化や、担い手不足等により、多くの森林が適切な整備をされておらず、森林の有する様々な公益的機能を十分に発揮できない状況にありました。森林環境税及び森林環境譲与税の創設により、より適切な森林の整備が進み、森林の多様な機能が十分に発揮されることを期待しています。

また、今年4月に県農林水産部が発表した2016年の沖縄県の林業産出額は15億2千9百万円で、10年連続の増加であると報道されました。特に、特用林産物であるキノコ類の増加が顕著であるとのことから、これまでの生産者および関係者の方々のご尽力の賜であり、今後、益々の振興が期待されております。

今年の10月には、第74回九州森林学会大会が沖縄県で開催されます。大会趣旨は「九州地方における森林・林業に関する科学及び技術の進歩と普及を図り、森林・林業、木材産業の発展に寄与することを目的として、新たな技術や研究成果を発表する」こととなっており、10月26日は、通常総会と特別講演が沖縄県青年会館で行われ、翌日の27日に研究発表会が琉球大学で行われます。本大会は、森林・林業に関する研究成果等の情報が得られる貴重な機会でございます。今回、15年ぶりに沖縄で開催されるということで、非常に嬉しく思っております。

最後になりますが、発表者の方々には、ご多忙の中、報告を取りまとめ、話題を提供していただきまして心から感謝申し上げます。本会の活動が有意義なものとなることを期待して、会長挨拶と致します。

平成30年8月31日

亜熱帯森林・林業研究会会長 芝 正己

# 沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林の現存量

中須賀常雄<sup>1</sup>・上野和昌<sup>1</sup>・岸本 司<sup>1</sup>・増野高司<sup>1</sup>・谷口真吾<sup>2</sup>

<sup>1</sup>亜熱帯林研究会、<sup>2</sup>琉球大学農学部

Biomass of subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island.

Tsuneo NAKASUGA<sup>1</sup>・ Kazumasa UENO<sup>1</sup>・ Tsukasa KISHIMOTO<sup>1</sup>・ Takashi MASUNO<sup>1</sup>・ Shingo TANIGUCHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Sub-Tropical Forest Association. <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

## はじめに

沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林はシイ、カシ類を主要構成種とし、イジュ、コバンモチ、モチノキなど多くの樹種で構成されている。中・下層種としては、上記樹種のほかモッコク、ツツジ類、ハイノキ類やルリミノキ類が生育している。本林は長い間の過度の伐採・利用によって劣悪な林分となっている所が多いが、生活用材や薪炭林として利用されてきた林分でもある（琉球林業協会、1972）。本林の回復、育成及び保護の為、現在の林分状況を把握することは重要なことである、本調査はその一環として現存量について測定を行ったものである。

## 調査地および方法

調査地は琉球大学与那演習林内の与那川支流に面する南西斜面（77 林班に小班）で、川岸に 20m の基線を設け、これに直角に斜面に沿って尾根部まで 50m のラインを引き、20m × 50m の帯状区を設定した。帯状区は更に 10m × 10m の小方形区に区分し、川側からプロット 1～10 区とした。地形区分により、プロット 1 と 2 区を谷部、プロット 3～8 区を中腹部、プロット 9 と 10 区を尾根部とした。これらの各小方形区内で、樹種、樹高、胸高直径、樹冠幅を記載、測定した。この調査結果を基にして各地形区分プロットで林冠層を形成するイタジイ、イジュ、エゴノキの 3 樹種のうち、林冠の上層・中層・下層から供試木を選定し、イタジイは各層から 1 個体、各地形から 3 個体の計 9 個体、イジュは地形区分の谷部と尾根部から各層 1 個体、中腹部の中層から 1 個体の計 7 個体、エゴノキは谷部の上・中層から各 1 個体、計 2 個体を地際高で伐倒した。伐倒した供試木は 0.3m で切断し、後 1m 毎に層別刈取りを行ない、幹、枝、葉に区分して生重量を測定し、各部位からサンプルを採集して所定の方法で乾燥重量を求め、乾燥重量に換算した。調査区面積は小方形区の水平面積を合計して 674m<sup>2</sup> とし、断面積合計、閉鎖度（樹冠面積）などは測定結果から算出し、材積は既存の材積表（高江洲ら 1971）から求めた。

## 結果および考察

調査区の林分状況は表-1 に示したとおりである。平均胸高直径は 9.0～13.7cm で、地形別にみると大略、中腹部>谷部>尾根部の順となっている。平均樹高は 6.2～9.4m で、地形別では同じく、谷部>中腹部>尾根部の順となり、尾根部の樹木が直径、樹高とも小さいという一般的傾向を示している。

表-1 林分状況

プロット	地形	傾斜度	平均胸高直径	平均樹高	立木本数 (no./pl.)	胸高断面積 (m <sup>2</sup> /pl.)	閉鎖度 (%)
		度	(cm)	平均(最小-最大)			
1	谷	53	9.6	9.3(8.5-12.0)	31	0.2244	166
2	谷	53	10.9	8.9(6.5-11.5)	37	0.3451	124
3	中腹	50	11.2	8.7(6.0-9.5)	25	0.2456	185
4	中腹	50	12.2	9.4(8.2-9.5)	29	0.3390	94
5	中腹	40	11.0	9.1(7.5-9.5)	27	0.2428	152
6	中腹	40	13.7	9.1(6.5-10.3)	19	0.2553	105
7	中腹	38	12.1	7.9(7.5-8.0)	26	0.2988	85
8	中腹	38	13.1	8.9(7.5-9.3)	19	0.2561	60
9	尾根	52	9.7	6.2(5.2-6.8)	37	0.2643	190
10	尾根	52	9.0	6.9(5.5-7.6)	41	0.2613	102

表-2 調査区内の樹種構成

樹種	立木本数		材積	
	(no.)	(%)	(m <sup>3</sup> )	(%)
イタジイ	177	60.8	9.3504	67.0
イジュ	28	9.6	2.0568	14.7
エゴノキ	28	9.6	0.7863	5.6
コバンモチ	12	4.1	0.3654	2.6
フカノキ	12	4.1	0.5254	3.8
ハゼノキ	8	2.7	0.2705	1.9
ヒメユズリハ	7	2.4	0.1266	0.9
シバニツケイ	4	1.4	0.1364	1.0
シナノガキ	4	1.4	0.1240	0.9
タブノキ	3	1.0	0.0495	0.4
ヤマビワ	2	0.7	0.0463	0.3
モチノキ	2	0.7	0.0340	0.2
アオバナハイノキ	2	0.7	0.0365	0.3
カクレミノ	1	0.3	0.0187	0.1
ナンバンアワブキ	1	0.3	0.0187	0.1
合計	291	100.0	13.9497	100.0

立木本数は中腹部の No.6 区の 19 本から尾根部の No.10 区の 41 本までの範囲にあり、全本数は 4446 本/ha である。地形別では尾根部>谷部>中腹部となっている。断面積合計は谷

部 No.1 区の 0.2244m<sup>2</sup>から同じ谷部 No.2 の 0.3451m<sup>2</sup>の範囲にあり、計 40.56m<sup>2</sup>/ha で、地形別に大きな差異は見られない。閉鎖度は中腹部 No.8 の 60%から尾根部 No.9 の 190%の範囲にあり、小方形区間に大きな差が見られ、地形別では中腹部で 100%以下の区が見られる。

調査区内の樹種別構成を表-2 に示した。樹冠層を形成する樹種は 15 樹種で、区内の立木本数は 291 本、イタジイが 177 本で 60.8%、イジュが 28 本で 9.6%、エゴノキが 28 本で 9.6%、コバンモチが 12 本で 4.1%、フカノキが 12 本で 4.1%となり、上位 2 樹種で全体の 70%、同じく上位 5 樹種で 88.2%を占めている。材積はイタジイ、イジュ、エゴノキ、フカノキ、コバンモチの順で、上位 2 樹種で全体の 81.7%、同じく 5 樹種で 94%と本数より高い値となっている。

表-3 イタジイの各部位重量

部位 地形	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	幹 (kg)	枝 (kg)	葉 (kg)	計 (kg)
谷-上	22.5	12.6	166.8	80.5	14.5	261.8
谷-中	11.6	10.7	35.3	6.9	3.0	45.2
谷-下	5.4	9.2	6.5	1.8	1.1	9.4
中-上	21.0	11.0	102.1	51.0	17.8	170.9
中-中	14.0	10.0	37.2	6.4	4.7	48.3
中-下	7.2	9.2	12.0	2.2	2.0	16.2
尾-上	16.0	9.5	50.4	10.0	5.6	66.0
尾-中	8.6	6.6	10.1	2.7	1.9	14.7
尾-下	6.5	6.7	6.6	0.5	0.3	7.4

表-4 イジュの各部位重量

部位 地形	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	幹 (kg)	枝 (kg)	葉 (kg)	計 (kg)
谷-上	19.6	13.9	117.6	31.7	5.9	155.2
谷-中	11.8	12.0	43.2	5.3	1.3	49.8
谷-下	5.5	6.0	15.1	2.2	0.8	18.1
中-上						
中-中	10.0	7.9	38.2	5.1	1.9	45.2
中-下						
尾-上	18.9	12.2	106.4	43.1	8.4	157.9
尾-中	10.9	10.2	27.5	11.9	4.4	43.8
尾-下	3.5	5.8	6.4	1.0	0.4	7.8

伐倒して計測した供試木の採取場所と各部位重量を、表-3 にイタジイ、表-4 にイジュ、表-5 にエゴノキを示した。イジュは中腹部上・下層に対象木がなく、エゴノキは谷部にしか対象木がなかった。

表-5 エゴノキの各部位重量

部位 地形	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	幹 (kg)	枝 (kg)	葉 (kg)	計 (kg)
谷-上	13.1	12.0	39.1	8.5	2.3	49.9
谷-中	5.1	8.9	16.5	1.4	0.8	18.7

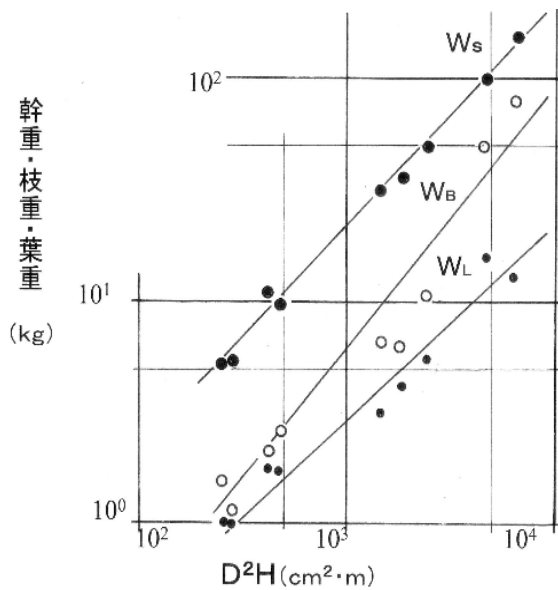


図-1 イタジイ供試木の D²H-幹重(Ws)、枝重(Wb)、葉重(Wl)関係

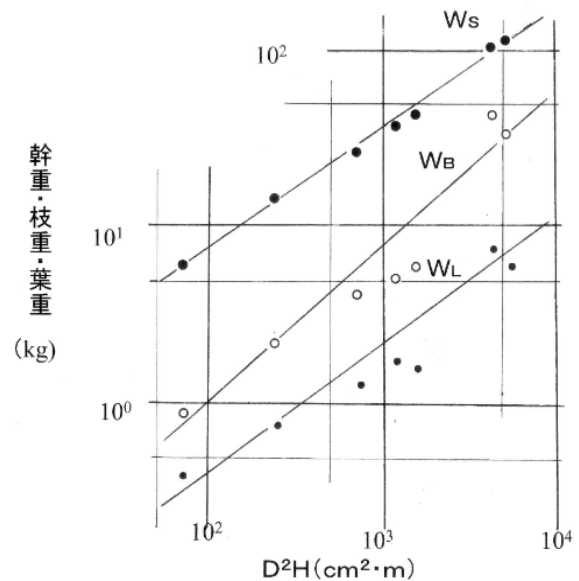


図-2 イジユ供試木の D²H-幹重(Ws)、枝重(Wb)、葉重(Wl)関係

イタジイとイジユの相対関係式 (D:胸高直径、H:樹高) を図-1 と図-2 とに示した。

図-1 のイタジイおよび図-2 のイジユの関係式 (Ws: 幹重、Wb: 枝重、Wl: 葉重) は以下のとおりである。

イタジイ

$$\log W_s = 0.9864 \log D^2H - 1.6035 \quad (R^2 = 0.9917)$$

$$\log W_b = 1.1714 \log D^2H - 2.7676 \quad (R^2 = 0.9108)$$

$$\log W_l = 0.8445 \log D^2H - 2.0395 \quad (R^2 = 0.9541)$$

イジユ

$$\log W_s = 0.6559 D^2H - 0.4153 \quad (R^2 = 0.9609)$$

$$\log W_b = 0.8639 D^2H - 1.7129 \quad (R^2 = 0.9562)$$

$$\log W_l = 0.7037 D^2H - 1.7722 \quad (R^2 = 0.9503)$$

上記の関係式を使って求めた結果を表-6 に示した。林齢約 35 年の亜熱帯常緑広葉樹林のヘクタール当り現存量は 177.7 トン、その内、イタジイが 125.7 トンで 70.8% を占め、イジユが 28.0 トンで同じく 15.8%、エゴノキが 1.2 トンで 0.6%、その他が 22.8 トンで 12.8% を占めている。各部位別では、幹が 120.7 トンで全体の 67.9% を占め、同様に、枝

が 43.7 トン、24.6%、葉が 13.3 トン、7.5%となっている

表-6 樹種・部位別現存量 (ton/ha) と割合 (%)

樹種/部位	幹	枝	葉	計	割合(%)
イタジイ	83.9	31.8	10.0	125.7	70.8
イジュ	20.7	5.9	1.4	28.0	15.8
エゴノキ	0.9	0.2	0.1	1.2	0.6
その他	15.2	5.8	1.8	22.8	12.8
計	120.7	43.7	13.3	177.7	100.0

沖縄の亜熱帯常緑広葉樹林の現存量についての調査報告は多くはないが、同じ与那演習林での調査で Kawanabe (1977) は、供試木のイタジイが 56 年生、イスノキが 62 年生の林分のヘクタール当り全重量が 193.26 トン、幹が 136.68 トン、70.72%、枝が 48.88 トン、25.29%、葉が 7.70 トン、3.98%と報告している。管ら (1965) は胸高断面積 52 m<sup>2</sup>/ha のコジイ林のヘクタール当り現存量が 239 トン、そのうち幹が 181 トンで 75.7%、枝が 46 トン、19.2%、葉が 11 トン、4.6%と報告している。また、野村ら (1963) は、西表島の混交広葉樹林の現存量はヘクタール当り幹と枝が 201.63 トン (95.1%)、葉が 10.38 トン (4.9%)、計 212.02 トンと報告している。同じく西表島の胸高断面積 60.6m<sup>2</sup>/ha のイタジイ林の現存量はヘクタール当り全重が 186.9 トン、幹が 135.9 トン、72.7%、枝が 41.3 トン、22.1%、葉が 9.7 トン、5.2%と報告されている (中須賀 1979、1980)。また、マングローブ林の現存量は、沖縄島のメヒルギ林では全重 71.8 トン、その内幹が 46.8 トン、65.2%、枝が 20.0 トン、27.9%、葉が 3.5 トン、4.9%、生殖器官が 1.5 トン、2.1%、石垣島のオヒルギ林では全重 102.7 トン、幹が 61.7 トン、60.1%、枝が 32.2 トン、31.4%、葉が 8.2 トン、8.0%、生殖器官 0.6 トン、0.6%、同じく石垣島のヤエヤマヒルギ林では全重が 185.3 トン、幹が 143.0 トン、77.2%、枝が 28.4 トン、15.3%、葉が 13.1 トン、7.1%、生殖器官 0.8 トン、0.4%と報告されている (中須賀 1979)。以上の現存量の値を比較すると、林分の発達状況によってその値は変化するものであるが、上記のように本調査林分の現存量は沖縄の 30-40 年生亜熱帯常緑広葉樹林として平均的断面積合計で、それに見合った現存量を示しているものと判断される。また、各部位別の割合では上記の他の林分に比して、葉の割合が大きくなっている。

## まとめ

1. 調査林分は林齢約 35 年の萌芽更新による亜熱帯常緑広葉樹林で、林冠層の構成樹種は 15 種、成立木本数は 4,446 本/ha で、胸高断面積合計は 40.56m<sup>2</sup>/ha である。構成樹種の本数はイタジイ、イジュ、エゴノキ、コバンモチ、フカノキの順で、上位 2 樹種で全体の 70%、同じく 5 樹種で 88.2%を占めている。
2. 本調査林分の全現存量はヘクタール当り 177.7 トン、イタジイが 125.7 トンで 70.8%、イジュが 28.0 トンで 15.8%、エゴノキが 1.2 トンで 0.6%、その他が 22.8 トンで 12.8%



であった。また、各部位別では、幹が 120.7 トンで 67.9%、枝が 43.7 トンで 24.6%、葉が 13.3 トンで 7.5%であった。

## 謝辞

本調査は著者等が琉球大学農学部熱帯造林学研究室に在籍時に実施したもので、採取した資料を今回の著者で検討してまとめたものである。当時、調査を指導された故大山保表教授、故山盛直教授ならびに調査に参加された学生諸氏に感謝の意を表す。

## 引用文献

1. 管誠・斉藤秀樹・四手井綱英（1965）常緑広葉樹林の物質生産力について、京大演報 Vol.37 : 55～75
2. Kawanabe.S.（1977）A Subtropical Broad-Leaved Forest at Yona, Okinawa. In Japanese Committee for the International Biological Program. Vol.16 : 268～289
3. 中須賀常雄（1979）マングローブ林の林分解析. 琉大農学術報告 26 : 413～519
4. 中須賀常雄他 6 名（1980）西表島西北部のイタジイ林の現存量について 亜熱帯林 2 : 57～65
5. 中須賀常雄（1983）焼畑農耕とその常畑化（2）森林現存量と養分蓄積量. 「文部省特定研究 温帯・熱帯の比較農学」 p 4～5
6. 野村穰・佐藤治雄（1961）西表島の植物. 大阪市立大学八重山群島調査隊八重山学術調査報告. p 177～195
7. 高江洲重一・玉城功（1971）イタジイを主体とする天然生広葉樹林の収穫予想の調整. 琉球林業試験場報告 14 : 1～26
8. 琉球林業協会（1972）沖縄の林業史 : 125P, 那覇

# 沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林における樹芸林施業

中須賀常雄<sup>1</sup>・上野和昌<sup>1</sup>・岸本 司<sup>1</sup>・増野高司<sup>1</sup>・谷口真吾<sup>2</sup>

<sup>1</sup>亜熱帯林研究会、<sup>2</sup>琉球大学農学部

An arboriculture management for subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island.

Tsuneo NAKASUGA<sup>1</sup>, Kazumasa UENO<sup>1</sup>, Tsukasa KISHIMOTO<sup>1</sup>, Takashi MASUNO<sup>1</sup>, Shingo TANIGUCHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Sub-Tropical Forest Association, <sup>2</sup>Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

## はじめに

沖縄島北部の森林はシイ、カシ類を主とし、イジュ、イスノキ、タブノキ、フカノキなど多くの樹種を含む亜熱帯常緑広葉樹林である。本林は古くから利用されてきたが、琉球王朝時代には橋や城用の構造材として重要であったので杣山（王朝の山）として維持・管理された（中須賀 1995）。構造材は大径木で通直な良質なもので、その他は樽材や薪炭材として利用されてきた。

今回、シイ、カシ類がなく、イジュ、モッコク、シャリンバイを主とする林分を調査する機会があった。イヌマキやモッコク（沖縄名 イーク）は白蟻に強い良質な構造材が得られ、小材や曲材も有効に利用されるので王朝時代は禁止木として保護、撫育されていた樹種である（中須賀 1997）。シャリンバイ類は薪炭材として優良であるが、樹皮や材は染料として無くてはならない材料で、芭蕉布や久米島紬には欠かせないものである。これらの貴重な材料を撫育することを目的とした樹芸林について報告する。

## 調査地と方法

調査地は国頭郡大宜味村である。南東斜面、標高 50m 付近に（10m（斜距離）×10m）の調査区を約 30m の距離を置いて 2 区（調査地 I、II）を設定した。地質は第三期粘板岩（国土庁、1977）、土壌は黄色系、傾斜は約 45 度である。調査区内に成立する樹木について、樹種、胸高直径、樹高、枝下高、樹冠幅について記載、測定した。また、現地で土壌断面図および樹冠投影図を作成した。植生は被度と群度について記載した。取りまとめに当って、両調査区で成立樹種に大きな相違がなかったので（10m（斜距離）×20m）の調査区として処理した。調査面積は水平面積、胸高断面面積は円面積、樹冠面積は楕円面積として算出した。

## 結果および考察

### 1. 樹種構成

調査区内の樹高 1.2m 以上の樹種は 21 種、全個体数はヘクタール当りにすると 7,686 本となる。個体数の多い樹種はシャリンバイ 23%、モッコク 21%、イジュ 19%、コバンモ

チ 7%、シマタゴ 3%で、上位 3 樹種で全体の 63%、同 5 樹種で 73%を占めている。また、林床の出現樹種は 18 種、林床のみに見られる樹種はホルトノキ、カクレミノ、ギーマ、ゲッキツ、オオシマコバンノキ、ボチョウジの 6 種で、調査区内の全樹種は 27 種となる。

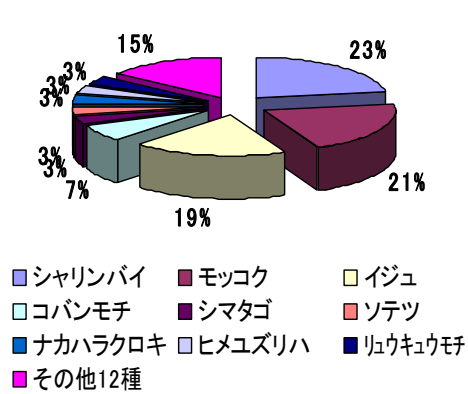


図-1 構成樹種  
(樹高>1.2m 個体数%/plot)

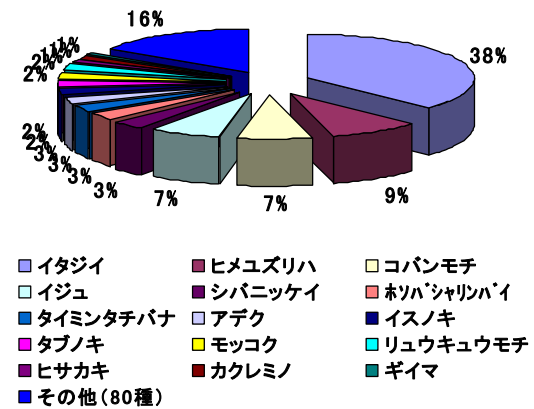


図-2 イタジイが主な広葉樹林樹種構成  
(個体数%/ha、318 箇所)

沖縄島北部でのイタジイを主とする広葉樹林 318 箇所での調査結果（沖縄開発庁 1998）を図-2 に示した。全個体数は 7,930 本/ha と本調査区とほぼ同じである。樹種別に個体数が多いのはイタジイ 38%、ヒメユズリハ 9%、コバンモチ 7%、イジュ 7%、シバニッケイ 3%の順で、上位 5 樹種で 63%を占めている。イタジイが特に多いことと、ヒメユズリハとコバンモチが多く、イジュも 4 番目に出現しているが、この結果と比較して本調査区の樹種構成は特異であることを示している。

## 2. 胸高直径分布

調査区内の胸高直径階別本数分布を図-3 に示した。最大胸高直径はヤマモモの 22.8cm、ついでイジュの 22.6cm である。モッコクは最大 21.7cm、シャリンバイは 12.7cm である。全木の分布型はポアソン型を示し、イジュとモッコクは 4~24cm 階域に分布し、シャリンバイは 10cm 階以下に大部分が分布している。

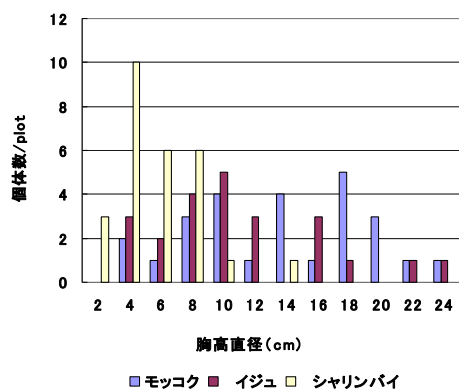


図-3 胸高直径階別本数分布 (no./plot)

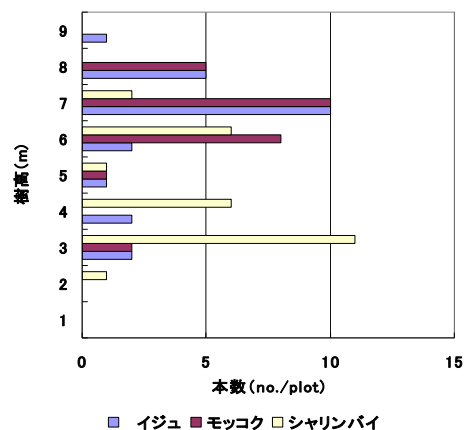


図-4 樹高階別本数分布 (no./plot)

### 3. 樹高階別本数分布

イジュ、モッコクおよびシャリンバイの樹高階別本数分布を図-4に示した。最大樹高はイジュの9m、モッコクは8.5m、同じくシャリンバイは7.5mである。イジュとモッコクとは樹高6m階以上に大半が分布し、シャリンバイは80%が5m階以下の中層に分布している。

### 4. 樹高曲線

イジュ、モッコクおよびシャリンバイの樹高曲線を図-5に示した。最上部にイジュがついでモッコク、シャリンバイの順で、シャリンバイは直径10cm以下、樹高6m以下に大部分が分布している。3樹種の関係式とも相関係数は0.7以上を示している。

### 5. 樹冠

樹冠投影図（調査区Ⅱ）を図-8に示した。イジュ、モッコクが大部分を占めているが、フカノキ、リュウキュウマツなど一部が上層に位置している。樹冠面積を楕円式で算出す

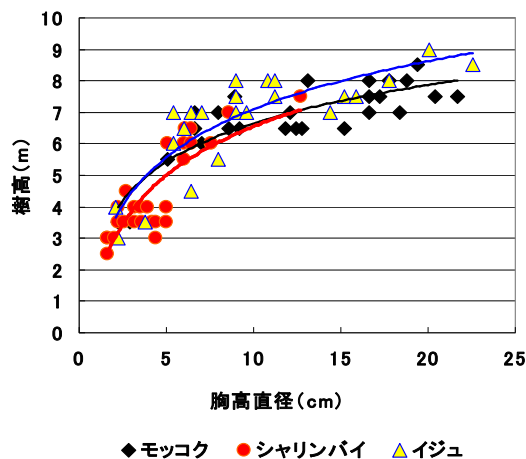


図-5 胸高直径と樹高の関係

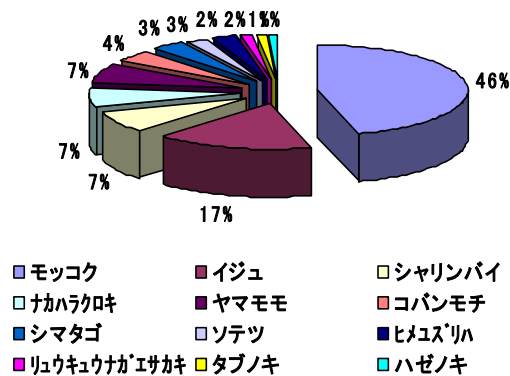


図-6 樹種別樹冠面積率 (%)

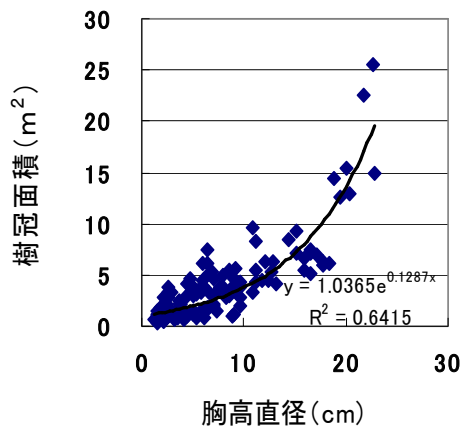


図-7 胸高直径と樹冠面積の関係

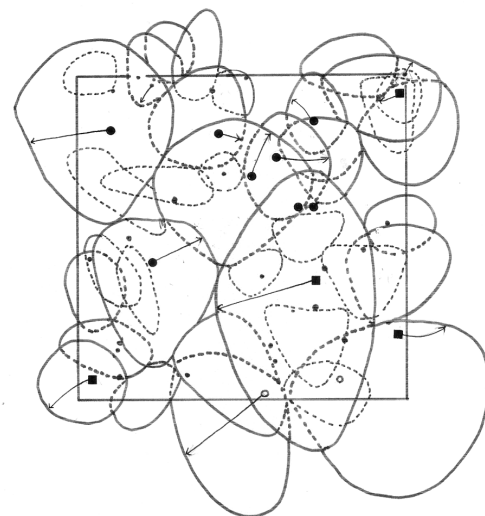


図-8 樹冠投影図 (■イジュ, ○モッコク, ●シャリンバイ)

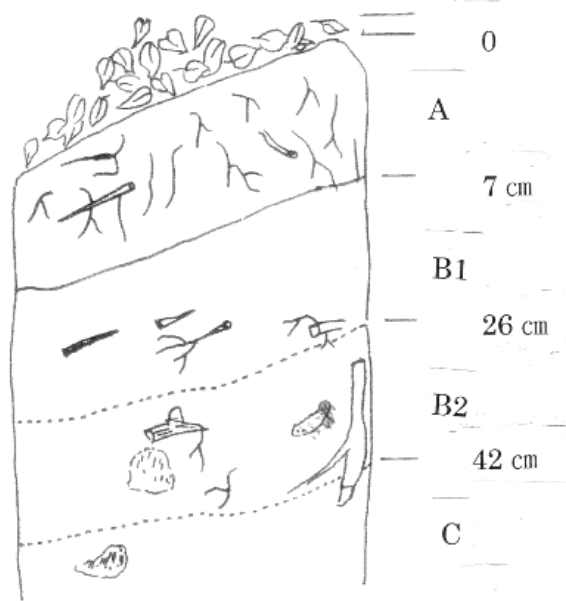


図-9 調査地の土壌断面

標高：50m 基岩：粘板岩 傾斜：45° 根：無  
地形：崩積土 方向：S70E

断面記載：弱乾性黄色土 Yc  
A0:L=6cm, F,H=1cm  
A:7~8cm、10YR4/4、粒状  
孔隙：中・小=富む、乾  
中根：有、細根：多、大根：無  
腐植：含む、微砂質壤土  
B1:19~20cm、10YR6/6、壁状  
孔隙：小含む、堅、乾  
中根：有、細根：有、大根：無  
腐植：乏しい、砂質壤土  
B2:14~15cm、10YR7/6、壁状  
孔隙：小有、堅、乾、中・小根有  
腐植：乏しい。砂質壤土  
C:10YR5/6、礫有、壁状、堅、乾、

ると、全面積は 470m<sup>2</sup>と調査面積（水平面積）の 2.7 倍を占有している。樹種別樹冠面積は図-6 のとおりで、モッコク、イジュ、シャリンバイの順で、この 3 樹種で全体の 75% を占めている。胸高直径と樹冠面積との関係を図-7 に示した。胸高直径 20cm 以下では樹冠面積は 10m<sup>2</sup>以下であるが、それ以上になると増大し最大 25m<sup>2</sup>以上となっている。

上述したように調査林分はモッコク、イジュ、シャリンバイを主要構成種とする沖縄島では少ない林分型である。図-9 に示した土壌調査は本地が肥沃な立地ではないが、土壌層は厚く急斜面の砂質壤土で弱乾性であることは樹木にとって良好である（農林省、1978）。この弱乾性黄色土（Yc）はヤンバルに広く分布しリュウキュウマツなどの造林適地とされており（琉球大学、1994）、成立樹木の生長は良好だと考えられる。弱乾性土であるが林冠がウツ閉しているため、林床植生は光不足のため少なく、草本はササクサ、ツル植物のナガバカニクサやシラタマカズラが少数見られるのみである。しかし、ヤブニッケイ、トベラ、タブノキなどの幼樹が被度・群度 2・2 で出現している。これらの条件下で有用な樹種の生育を促進しながら林分環境保全を図るため、胸高直径や樹高の樹種別分布、図示しなかったがベルトトランセクト図から読み取れる階層分布、樹冠投影図が示す樹種の空間分布と樹冠の構造と重なり、胸高直径と樹冠面積関係から樹種間の競合とその調整についての時間的変化を考慮して、上述したように樹冠の伐開や幼樹の植込みなどの施業計画を検討することが可能である。

## まとめ

沖縄島北部の亜熱帯常緑広葉樹林はイタジイが本数、材積とも大部分を占める森林であるが、イタジイではなく他樹種を優占種とする森林も見られる。本調査ではモッコク、イジュ、シャリンバイを主とする林分を調査した。このような樹種構成の林分ではモッコク

を主とした長伐期施業が実施可能と考えられる。モッコクは白蟻に強く、材質が優良で構造材として貴重な材である。その為、文化遺産として貴重な建造物の維持には欠かせない構造材である。その資源保存が将来にとって必要不可欠である。シャリンバイは染料として沖縄の織物に欠かせないものである。また、イジュは大径木となれば貴重な構造材として利用される。これらの樹種特性に応じた利用資源を考えた森林の取扱い方を「樹芸林施業」として提案する。

主木のモッコクは伐期が 80～100 年、大径木の構造材、イジュは伐期が 30～50 年、構造材、シャリンバイは伐期が 20～30 年、染料用材とする。イジュとシャリンバイは抜き伐り、萌芽更新、配置状況では植込みも採用する。今回は長伐期施業という大方針の提案を行い、詳しい施業については今後の検討課題とする。琉球王朝時代の森林の取扱い方として、蔡温の施業法（中須賀、1997）があるが、それは今の言葉で言えば「長伐期施業」による「大径木」育成であり、施業方針は不法伐採の取締りと年貢代としての住民の山林手入れという労働投資であった。これが資源の少ない島嶼生態系の中で山林資源を有効に永続させる方法だった訳である。今回報告したタイプの森林の存在は知られていたが、その分布状況について詳しい報告はみられない。今後、その位置、広がりについて調査すると共に、樹種特性を考慮した現地での調査活動を活発にして更なる新知見の獲得を図ることが重要である。

#### 引用文献

1. 国土庁土地局（1977）土地分類図（表層地質図）沖縄県．国土庁．土地局．東京
2. 中須賀常雄編著（1995）沖縄林業の変遷：188pp.ひるぎ社.沖縄
3. 中須賀常雄編著（1997）林政八書：96pp.ひるぎ社.沖縄
4. 農林省林業試験場編（1978）林野土壌層断面図集 3：38pp.日本林業技術協会.東京
5. 沖縄開発庁沖縄総合事務局（1998）イタジイを主とする広葉樹林の施業の推進に関する調査報告書：97pp
6. 琉球大学農学部附属演習林（1994）創立 40 周年記念誌：186pp.同演習林.沖縄

## テフラと沖縄本島の土壌、樹林

春木雅寛<sup>1</sup>・東 三郎<sup>2</sup>・上野和昌<sup>3</sup>・中須賀常雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学総合博物館資料部, <sup>2</sup>北海道大学名誉教授, <sup>3</sup>沖縄マングローブ協会

Floor tephra and the establishment of forest stand in mainland of Okinawa

Masahiro HARUKI<sup>1</sup>, Saburou HIGASHI<sup>2</sup>, Kazumasa UENO<sup>3</sup>, Tsuneo NAKASUGA<sup>3</sup>

1 The Hokkaido University Museum, Hokkaido University 2 The prof.  
emer from Hokkaido 3 Okinawa Mangrove Soc.

### 要約

沖縄本島北部の西銘岳イタジイ原生林からマングローブ林を含む南部にかけて、24箇所の樹林地で林床を調査し、テフラ存在の事実から林相を考察した。調査地林床で得られた種々の深さの試料を水道水で粗粒選別して、デジタル顕微鏡で観察し、軽石、火山ガラスをもつ火山灰をテフラと認定した。倒木や生立木から樹林の根系は30-40cmと浅く、厚さ1-3mのテフラの中に収まっていた。年代特定は出来ないが、沖縄本島では九州南部の火山噴火によるマグマ起源のテフラが遠隔地に厚く堆積したと考えられた。北海道などの噴火年代のわかる火山地での調査データも交えて考察すると、樹林は貧栄養とされるテフラ上に直接成立し、その後植被の増加とともに土壌化が進んでいく。各調査地における地中のテフラや古い地層は風化していなかった。また林相調査から、鳥類やほ乳動物などが関与することにより、動物散布種の多い樹林へと推移していくと考えられた。

キーワード：テフラ，沖縄本島，軽石，火山ガラス，土壌生成

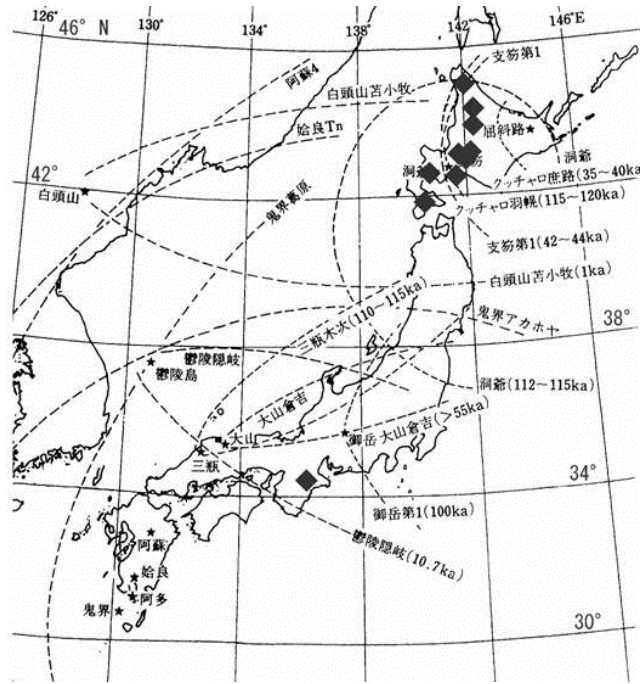
### はじめに

平成30年理科年表の地128、第四紀後期広域テフラ分布図(図-1)に見るように、テフラ(tephra 火山の地下マグマから噴出し、降下堆積した軽石、火山灰、火砕流などの総称)は遠隔地に到達し、北海道から沖縄本島に至る日本列島を網羅している(町田・新井, 1992)。日本は火山国で、北から南まで100以上の活火山があり、一覧すると各地にテフラが堆積していることがわかってきた。最近、著者らは北海道の常緑針葉樹林から沖縄本島北部の原生林(注:近年、国、県の機関から原生的天然林=原生林と呼称される。本文でも使用する。)までの林相、林床(テフラの組成、厚さなど)を調べた。いずれの樹林も根系は40cm程度の深さであり、樹林が古い地層ではなく、今から1万年以内に堆積したテフラ上に成立していることを2018年3月の第129回日本森林学会大会で明らかにした。今回、沖縄本島で北部イタジイ原生林から南部にかけて、マングローブ林を含め各地の樹林地などの調査を行った。北海道の火山やテフラ、成立した樹林についての調査観察の事実をベースにテフラと樹林の関係を論理的に考察することにした。

### テフラと土

耳慣れない言葉であるテフラは、地質学や考古学などで地層の年代測定に使われてきた

地学用語で、ギリシア語で灰の意味である。火山が噴火すると地下のマグマが噴出する。テフラはこの噴出から始まる。目代 (2014) は、「火山から噴出されて飛んでくる直径 2mm 以下の細かい粒を火山灰とよびます。火山灰は 1 粒 1 粒が、細かいガラスや鉱物の破片です。火山灰より大きな粒は火山礫、それより大きな 64mm 以上のものは火山岩塊とよばれます。火山礫のなかで、主に色の白っぽいものは軽石、黒っぽいものはスコリアとよばれます。」と述べている。火山灰は通常、堆積していくため層状構造をなし、素人目にもわかりやすいものである。パミス (pumice) は通称の軽石で、噴出したマグマが強度に発泡した物質である。火山ガラス (volcanic glass) は高温のマグマが急速に冷却した非晶質の物質である。アッシュ (volcanic ash) は通称一括りに火山灰といわれる。次に、土 (土壌) は、2015 年発行の旺文社国語辞典を繙くと“岩石が分解して粉末状になったもの、あるいは、岩石が崩壊・分解したものに動植物の腐ってできた有機物質のまじったもの”と書かれている。地質学において、Holmes (1969) や土壌学では弘法 (1958)、さらに生態学においても、著名な生態学者 Weaver & Clements (1929) は「Plant Ecology」の p.174 で、“土壌は岩石が風化して出来る”と述べている。日本を代表する植物生態学者の吉良 (1958) も同様であった。このように欧米の地質学、生態学の影響のためか、日本における古くからの生態学や土壌学の教科書もテフラの拡がり、厚さ、森林生成への役割・実体などにはほとんど触れてこなかった。このように日本でも欧米と同様に、土壌は岩石が風化して出来ることが定説のようになり、一般的に土がテフラから成るとは考えられてこなかった。



図一 調査地と第四紀後期広域テフラ分布図 (理科年表 地 128 から作成)



図二 沖縄本島の調査地点



## 調査地

沖縄本島北部から南部まで調査地点を選んだ。2017年の調査を主として、過去の調査をあわせ、天然林 23 箇所、人工林 1 箇所とした（図-2、表-1 参照）。表-1 にない図-2 上の番号と調査地は以下のとおりである。②辺野喜、③与那、⑥大宜味村白浜、⑧羽地ダムサイト、⑩名護、⑪大浦-羽地峠、⑬慶佐次マングローブ林、⑮残波岬、⑰うるま市与勝、⑱浦添、⑲波の上、⑳佐敷マングローブ林、㉓百名浜、㉔新城。調査地のうち、北部天然林の代表的な西銘岳イタジイ林および慶佐次、大浦、漫湖のマングローブ天然林を除けば、他はほとんど二次的な広葉樹混生林である。

## 方法

林相については優占種と高さを調べた。とくに北部天然林の代表的な西銘岳イタジイ天然林の構成高木種については、東本（1999）の過去の調査資料から種子の散布形態に注目し、ほ乳動物による獣媒種、鳥類による鳥媒種、風力散布による風媒種の三つに分けた。林床については、表層から深さ毎の土壌断面を観察した。根系の深さや土性の記載を行い、テフラの層厚を計測し、地表から様々な深さで土壌サンプルを採取した。テフラ認定の方法は、東（2017）の粗粒選別水洗法を基に少しアレンジして粗粒を分別した。手順は、採取した 100g 程度の土試料を 300ml ビーカーに入れ、水道水を 100ml 程度加える。指で粘土分を軽くこすりながら、底に残る粗粒分以外の濁り成分である超微粒や微粒分の火山灰（アッシュ）をゆっくりと他の容器に取り去り、新たに水を入れて、ほとんど濁りが取れるまで、同じ作業を繰り返す。10～15 分程度で水が澄んできて粗粒分が残る。これを 90ml の蓋付きプラスチック容器に移して乾燥する。パソコンに接続し撮影できるデジタル顕微鏡で軽石（パミス）や火山ガラスの存在（図-3 左下、図-4 下参照）からテフラを認定し、溶融や風化などの有無、状態もあわせて観察、撮影した。なお、テフラ中には堆積岩由来の砂岩粒などは全く入っていなかった。

## 結果および考察

林相および林床の調査結果は表-1 のとおりであった。西銘岳イタジイ林では、層状に厚く堆積したテフラには軽石や火山ガラスの他に豆石も混在していた（図-3）。これは 0-10cm も 50cm 以上の深部も同様であった。農林省林業試験場（1978）による 1959-1977 年の沖縄県本島から南の西表島に至る各地の土壌調査によれば、図-2 に示したように△

表-1 沖縄本島の主要な調査地点の林況・林床調査結果

調査地	林分	立地(地学区分)	テフラ厚さ	調査点数	林分高	推定林齢	軽石	火山ガラス	調査年
①西銘岳イタジイL混生林	イタジイ林	山地	>5m	5	15	80	○	○	2000
④与那マツ植林地	リュウキュウマツ人工林	山地	>1m	1	18	50	○	○	2017
⑤乙羽岳L混生林	広葉樹混生林	山地	>2m	2	15	70	○	○	2017
⑦呉我山L混生林	広葉樹混生林	山地	>2m	1	10	70	○	○	2017
⑨慶佐次ヤエマヒルギ林	ヤエマヒルギ林	河川下流低湿地	>2m	2	8	40	○	○	1973
⑫大浦メヒルギ林	メヒルギ林	河川下流低湿地	>2m	2	8	40	○	○	1973
⑭久志メヒルギ林	メヒルギ林	河川下流低湿地	>1m	1	3	40	○	○	1973
⑯読谷村残波岬	広葉樹混生林	丘陵地	>0.5m	1	5	40	○	○	2017
⑳漫湖メヒルギ林	メヒルギ林	河川下流低湿地	>2m	3	5	30	○	○	2017
22南城市大里L混生林	広葉樹混生林	丘陵地	>0.5m	1	7	40	○	○	2017

注1: Lは広葉樹の意味。注2: 各調査地とも根系の深さは倒木などの観察から40cm以内だった。

注3: 調査年の2017年以前の数字は林相のみの調査年である。いずれも2017年に林相、林床調査をおこなった。

1. 本島北部の国頭村  
辺戸名の牛首山（海  
抜 320m）の緩斜面、  
△2. 中部の名護市久  
志天仁屋の丘陵部  
（海抜 160m）、△3.

南部の具志頭村の丘  
陵斜面（海抜 160m）  
の北部、中部、南部  
の 3 地点で石英、長  
石、砂岩粒に混じっ  
て A 層から B、C 層  
まで火山ガラスが存  
在することが報告さ  
れている。それらの

土壌断面はいずれも  
一様な堆積様相を呈  
しており、著者らに  
よる今回の沖縄本島

各地における林床テフラ  
の観察事実が裏付けられ  
た。テフラ堆積の時期を  
特定することは出来ない  
が、町田・新井（1992）  
の 7,300 年前の鬼界アカ  
ホヤテフラの降灰堆積が  
沖縄本島を網羅しており、  
約 2 万年前の始良火山灰  
よりも可能性が高いとみ  
られる。いずれにせよ、  
農林省林業試験場（1978）

同様、今回の調査で沖縄  
本島各地にみられたテフラ  
は、かつて遠隔地からのテ  
フラが表層に厚く堆積した  
結果といえる。図-4 には  
国頭村与那にある琉球大学  
与那フィールド付近の土壌

断面、リュウキュウマツ林内の深さ 0-10cm の土試料、水洗による粗粒のデジタル顕微鏡  
写真を示した。ここでは西銘岳イタジイ林内の茶褐色の豆石とは異なる黒い豆石が散在し、



2017 年 10 月 25 日撮影

図-3. 西銘岳歩道沿いのイタジイ林(上左)、土壌断面（上中）。上右は深さ 0-5cm の試料 100g の水洗と粗粒（中央の小カップ内）。下左は粗粒のデジタル顕微鏡写真。軽石、豆石（→印）、火山ガラスなどが散在。下右はイタジイ根返り木。



図-4. 国頭村与那、琉球大学与那フィールド付近の土壌断面とリュウキュウマツ植林地内の深さ 0-10cm の土試料と水洗による粗粒。火山ガラス、軽石、さらに左上に真っ黒い色の豆石（⇒）も散在し、西銘岳とは異なる時期の遠隔テフラの堆積と推察される。  
2017. 10. 25

遠隔テフラの堆積時期が異なると推察される。

**1. 樹林はテフラの上に成立する：**西銘岳イタジイ林では各所の土壌断面観察でこの一帯のテフラ層厚は、2017年の観察で少なくとも5mを越えるとみられた。また、イタジイの根返りした大径木の観察から根系の深さ分布は30cm程度であり、樹林はテフラ層上に成立していることがわかる(図-3)。このことから一帯の原生的天然林は沖縄半島北部の地下深くの第三紀以前といわれる地層に関係なく、その上部に被覆したテフラ上に成立したといえる。テフラは噴火に伴う地下マグマの噴出物で貧栄養といわれてきた。しかし、次の表-2に示した北海道などの例のように、テフラ堆積直後からヤナギ科のドロノキなどは周辺の親木から風力散布種子が定着し、樹林を形成するのである。有珠山ではテフラ堆積後30年で樹高20mを越えるドロノキ林となり、昭和新山でも48年で樹高25mのドロノキ林となった。テフラの貧栄養は植生の定着、発達に何ら障壁とはならないのである。

**2. 根系は浅い：**各調査地ではいずれも根系は深くても40cm程度であった。前出の農林省林業試験場(1978)の石垣島、西表島を含む沖縄各地の土壌型の断面調査でも、ほぼ30cm前後の深さであった。表-2に示した北海道の様々な樹林でも同様であった。樹木の根は深いものだと誤解されやすいが、実は根系は浅く、しかも、テフラ堆積層の中であった(図-3、図-4参照)。

表-2 北海道内などの火山噴火とテフラ、林況、林床

調査地	林分	噴火した山など	噴火年	テフラ厚さ	林分高(m)	推定林齢(年)	軽石	火山ガラス	調査年
北海道 有珠山上部	ドロノキ林	有珠山	1977-78	>2m	25	40	○	○	2016
昭和新山	ドロノキ林	昭和新山	1944	>2m	26	70	○	○	2016
黒松内町	ブナ林	駒ヶ岳	1929	>0.5m	27	85	○	○	2015
有珠山山麓	ドロノキ林	有珠山	1910	>2m	30	105	○	○	2015
厚沢部町	ヒキアスナロ林	渡島大島	1741	>2m	26	250-300	○	○	2015
幌延町	アカエゾマツ林	利尻山	1万年前	>0.5m	26	450	○	○	2016
鹿児島県 南大隅町	シイ、カシ林	鬼界カルデラ	7300年前	0.5m	12	100	○	○	2016

注1:各調査地とも根系の深さは倒木などの観察から40cm以内だった。

**3. 土壌は森林成立の必要条件ではない：**シラス台地で知られる九州では、森林は広くシラスの上に出てくる。農業もシラス(=火山灰)が前提としてなされてきて、シラスが土壌源であることに、疑問をはさむ余地はない。ただ、それが日本の北から南まで同様であることについては検証が遅れていたと言える。しかし、1と合わせ考えると、テフラこそが森林成立の必要条件といえる(春木・東,2017)。土壌は樹木や草本などの植生が定着してから体をなしてゆく。これは1943-45年の新生火山である昭和新山や1977-78年噴火の有珠山上部で観察された事実である(春木,2005)。

**4. テフラや深部の地層内部は風化するのか？：**時間的な推移を見てみよう。表-2に示したように、北海道では噴火年代が比較的新しく、テフラ堆積後40年の有珠山上部、70年を経た昭和新山、90年を経た黒松内ブナ林、110年を経た有珠山山麓や1,741年の渡島大島噴火のテフラをかぶった樹齢250-300年のヒバ林、10,000年を経た利尻山噴火後の道

北地方の常緑針葉樹林などがある。これらの表層テフラおよび更にその下層の第三紀など地質年代の地層でも、試料を採取して持ち帰り、水洗して観察したが、様々な大きさの粗粒が明らかに残存し、風化の様相は認められなかった（東 2017, 春木 2017）。高温高压の地下マグマの噴出で出来る軽石、火山ガラスなどは容易に風化しないことが分かる。国頭層（国頭マージ）は数十mの厚さをもつといわれるが、植被に早く覆われることとあいまって、厚さを保っていると推察される。もちろん植生定着に伴い、腐植層は徐々に形成され、そこからの溶脱により暗褐色を呈したA層などが出来ていく。70年前に出来た昭和新山や40年前に噴火した有珠山上部でも、テフラ上に森林植生が被覆した後、テフラ上部は有機物が交じりミミズ類や土壤微生物の働きで暗褐色の団粒構造をもつ土壤（A層）が出来上がった。しかし、それらと下部のC層を同様に採取して粗粒を観察しても、いずれの層でも風化はみられなかった（尾形, 2000）。また、これらの暗褐色の土壤（A層）も水洗すると、この黒っぽい色は取れ、元のテフラの白っぽい色調となった。これは西銘岳のテフラでも同様であった（図-3）。このようにミミズや土壤微生物の働きによりA層、B層などの土壤層は形成されるが、1万年を経ても地中での風化は起こらないといえる。すなわち、露出面では風化は見られるものの、地中にあるテフラや古い地層では、地質学や土壤学で述べられてきた風化は生じておらず、細粒化して有機物と交じり土壤ができるという事実は認められなかった。ただ、有珠山での調査や実験観察により、ミミズ類が径2mm以下の火山灰粗粒を内臓中で細粒化しつつ、団粒構造を作っており、ミミズの活動範囲内で徐々に細粒化が進んでいる（Yamaguchi & Haruki, 2003）。このような生物体内での細粒化の事実は見られる。

**5. 森林は動物で変わる：**各調査地の林況・林床は表-1のとおりである。イタジイなどの北部原生林の林齢は80年前後、マングローブ林は40年前後と推定される。テフラ上に成立する樹林は独自の林相、樹種構成を持つ。このことから森林の推移はどのように考えられるであろうか？以下に代表的な北部イタジイ林とマングローブ林について述べる。

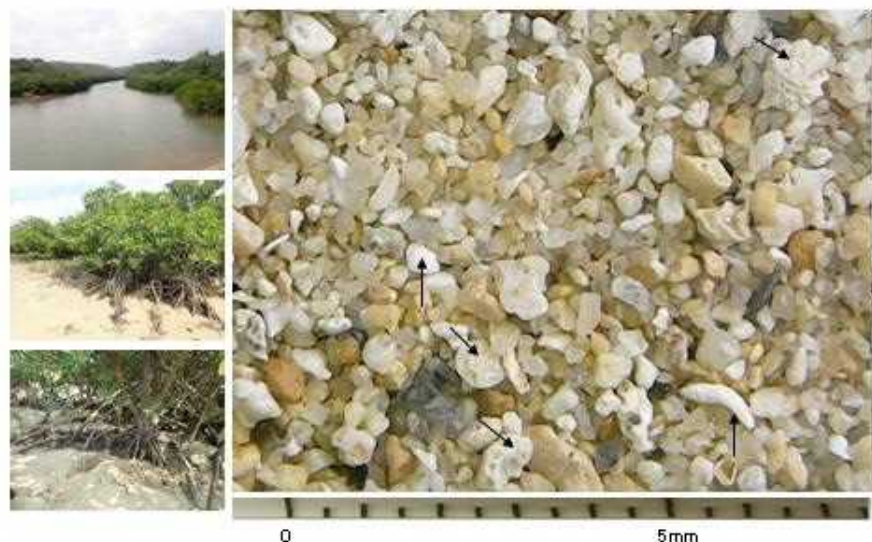
**(a) 沖縄北部イタジイ林：**西銘岳イタジイ林は上層でイタジイが優勢で、他にイスノキ、オキナワウラジロガシなどが混生する。下層はクロヘゴなどシダ類が優勢で、リュウキュウチクもみられた。クロヘゴが林内で孢子によって繁殖することは困難であり、シダ類やリュウキュウチクは、両種とも地下茎で広がると考えられる。北日本の地下茎で広がり、安定的な植生であるササに相当する。北海道では常緑針葉樹林から、落葉広葉樹林やササ植生への森林の推移が予測される（春木・東, 2018）。最近の著者らの調査では、樹齢約100年の常緑針葉樹と落葉広葉樹の混生林や落葉広葉樹林では、構成する樹木個体数のうち、動物散布種が60-70%を越えつつある（春木, 2018）。そこでは林内車道や歩道などの人為的な道や獣道といわれるほ乳動物の歩道を鳥類も利用して種々の樹木の種子からの定着が行われていることがわかってきた（春木, 2018）。西銘岳イタジイ林でもリュウキュウマツのような風力散布種は林内にはほとんどみられなかった。東本（1999）の調査では林内の樹種は、種子形態から様々な動物散布種がみられ、谷部平坦地の調査区（30m×20m）では33種中31種（94%）が、また尾根近くの緩斜面の調査区（30m×20m）では23種中22種（96%）と、一部の風力散布種を除き、ほとんどが鳥類とほ乳動物の動物散布種であった。北日本と同様に風力散布種から動物散布種が多

い樹林へと変遷してきたと考えられるのである。もちろん北日本でも次の大規模なテフラ堆積がなければ、以前の植生には戻ることはなく、この点は、沖縄の樹林も同様と考えられる。

**(b) マングローブ林：** マングローブ林の立地は、河川の川口付近の汽水域にあることが知られている。このマングローブ林の土壌とは一体どんなものであろうか？ 沖縄北部の土壌と同様に白浜、慶佐次(図一5 参照)、大浦、久志、那覇、佐敷など各地のマングローブ林表土の粗粒を同様に観察した。その結果、それらはいずれも貝片、サンゴ片を交え、これらと火山ガラス、軽石などテフラの混成物からなっていた。すなわち、これらは満潮などで海から戻ってくる貝片、サンゴ片と、川の上流部から流下してくる火山ガラスなどの混成物といえる。表土の理化学性からみると、粗くて細粒、微粒とはいえない貝片、サンゴ片に対して、川の上流部から流下してくる微粒状の火山ガラスなどテフラはいずれも共通していた。河川域などに堆積している混成物は1m以上の厚さを持ち、倒伏している大きな個体から推測すると、数10cmの深さの根系はこの混成物に収まっており、テフラの果たす役割はかなり大きいことがわかる。このように、上流域のテフラが流下して土層を形成しこの上にマングローブ林が成立したと考えられた(図一5 参照)。

著者の一人中須賀(1975)は40年以上に亘り九州南部から西表島にかけてマングローブの調査観察を行ってきた。その結果に今回のテフラの観察結果を重ね合わせると、①各樹種を用いた実験や観察から、メヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギなどの生育は“汽水”を条件としているわけではなく、水道水でもよい。②胎生芽が着地すれば、過大な養分を要求せず、その後の光条件しだいで後継樹となりうる。③マングローブ種は他のマングローブ種を駆逐することなく、樹高10m程度、長くても40-50年程度の樹齢であり、同種で置き替わることが多い。④流水の攪乱が少なくなり、表土の堆積が安定化すると、外来種であるモクマオウやギンネム、ハマボウなど風力散布種、動物散布種の混生をみるようになる。これらの①～④はテフラ上にマングローブ種が成林することによる推移の条件、態様と考えられる。

大規模なマングローブ林で



図一5. 東村慶佐次のマングローブ林(左上)。ヤエヤマヒルギの根元(左中、下)とその深さ10-20cmの粗粒のデジタル顕微鏡写真(右)。貝片(↑)、サンゴ片(斜め→印)を交えてほとんどが火山ガラスから成る。磨り減ってやや丸みを帯びた軽石も点在する

ある大浦、慶佐次での観察から、マングローブ林では④のように周縁部に種々の動物散布種が定着している。中心部では鳥類やほ乳類にとって餌は少ないとみられ、周辺部からしだいに変化していくと考えられた。

**6. 北と南で共通する樹林系を帰納的に把握する：**以上のように、日本の北から南までの調査地で得られた事実を元に、1. - 5. の論理を述べてきた。それぞれの場所の具体的な森林を本論では樹林と呼んだ。樹林の繋がりである樹林系とは著者らの一人、東（2018）の提案する新しい用語で、“樹林を母体とする生命集団の繋がりを指す”言葉である。生命集団を構成する鳥類や哺乳動物は、テフラの作った場所に成立する樹林系を生活の場所とし、これに風や雨雪の作用も加わりつつ、樹林系は空間的、時間的に推移していく。これは日本の北から南まで見られる現象であることが、最近の著者らの調査観察で分かってきた。このようにして、わかってきた個々の事実を積み重ねて、帰納法によって樹林系を空間的、時間的、論理的に考察し、解説していくことが可能となる。現在では、物事を個別に分けて細分化して分析し、それらを積み重ねる演繹的な見方が自然科学の主流となっている。しかし、それでは樹林系の実際の姿が見えて来ないことに、著者らは遅ればせながら気が付いた次第である。森林（樹林）は始まりの場所をもつ。この始まりこそが遠隔テフラの堆積である（春木・東,2018）。札幌近郊の野幌原始林は3万4千年前に始まる、40km南からの支笏湖火砕流や遠隔テフラが約30mの厚さで堆積している上に成立していることが最近分かった。

テフラ上に様々な生命が系を作り、時間的、空間的に推移していくことがわかってきたが、もちろん、その終着点は日本の北から南まで場所により異なる。一方、北海道に見られるような北方常緑針葉樹林が永続的なものではなく、常緑針葉樹林が常緑針葉樹で置き換わることはないことは、様々な事実から著者らによって最近指摘された（春木東,2018）。また、日本各地で現在成立しているテフラ上の樹林も、次のテフラの堆積など大きな変動がなければ元のように始まらないといえる。今後明らかになるであろうが、実際の北の北海道も南の沖縄も、共通の土俵であるテフラの上での樹林系の把握が可能と考えられる。

## おわりに

海拔10m未満の石狩平野、その一部をなす低平地札幌にある北海道大学の自然林もこれまで石狩川の支流豊平川の沖積地上とされてきた。しかし、昨年調べたところ1m程度の厚さで沖積地上に堆積したテフラ上であった（春木,2018）。道南から東北地方、関東地方、北大和歌山研究林、山陰地方大山のブナ広葉樹林、九州各地の広葉樹混生林も同様にテフラ上であった。さらに沖縄本島北部の西銘岳イタジイ林も表層は厚いテフラで覆われ、ここでは火山ガラスや軽石の他に豆石も混在していた。火山灰は層状に堆積し、粗粒のデジタル顕微鏡観察により、テフラ土壌の存在の事実は明らかとなった。これは農林省林業試験場(1978)土壌断面図集の沖縄本島各地における火山ガラスの存在が後押ししてくれた。さらに林相構成種の散布種子の形態に注目すると、テフラ上に成立した樹林の推移が種子の動物散布樹種へ推移していくという論理的な推論が可能となった。以上のように、間近に火山がなくても到達して堆積する遠隔テフラの威力は目を見張るものがある。日本の北から南にかけて、火山噴火によりテフラは遠隔地の表層に堆積し、各地で様々な針葉樹林、

落葉広葉樹林、常緑広葉樹林からマングローブ林に至るまで広範囲に森林、樹林系成立に寄与したと考えられた。

## 文献

- 春木雅寛 (2005) 有珠山の復活を調べる. 「森林の科学」(中村太・小池孝良編著), 76-79, 朝倉書店. 東京.
- 春木雅寛 (2017) 野幌テフラ林の推移-2004年風害後の軌跡と展望-. 20pp. テフラリンサークル, 札幌.
- 春木雅寛 (2018) 円山原始林の成り立ちと推移. 北大総合博物館土曜市民セミナー資料 p. 1-8. (2018. 1. 20 実施)
- 春木雅寛・東 三郎 (2017) 道北地方のアカエゾマツ林とテフラ. 北方森林研究, **65**, 17-20.
- 春木雅寛・東 三郎・中須賀常雄 (2018) テフラと樹林形成. 第 129 回日本森林学会 (高知大学) RG0733.
- 東 三郎 (2017) 林床テフラ考. テフラリンサークル, 札幌. 78pp (電子書籍).
- 東 三郎 (2018) 樹林系学—スケルトン—. テフラリンサークル, 札幌. 10pp (電子書籍).
- 東本理佳子 (1999) 西銘岳における常緑広葉樹林の林分構造および主要樹木の樹種特性—落葉量の比較から—. 琉球大学農学研究科修士論文 (平成 10 年度). 48pp.
- Holmes・A (竹内 均訳) (1969) 一般地質学 II. 410-411. 東京大学出版会. 東京.
- 吉良竜夫 (1958) 第 4 章生態系. 「生物と環境-現代生物学講座 5-」, 149-195, 共立出版, 東京 (土壌については p.154,159-161).
- 弘法健三 (1958) 第 1 章土壌. 「生物と環境-現代生物学講座 5」, 1-20, 共立出版, 東京.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) 火山灰アトラス—日本列島とその周辺—. 276pp. 東京大学出版会, 東京.
- 目代邦康 (2014) 「地層ってなんだろう 第 3 巻 歴史をしらべよう」, p.22, 汐文社, 東京.
- 中須賀常雄・大山保表・春木雅寛・吉田守男 (1975) マングローブに関する研究 II. メヒルギ, オヒルギ林の林分構造. 日本生態学会誌, **25**, 2, 89-100.
- 農林省林業試験場編集 (1978) 林野土壌層断面図集 3. 38pp. 日本林業技術協会, 東京.
- 尾形綾子 (2000) 沖縄島北部の森林におけるミミズの生態学的研究. 琉球大学農学研究科修士論文 (平成 11 年度). 56pp.
- Weaver and Clements (1929) Plant Ecology. 601pp. McGraw-Hill Book Company, N.Y. and London.
- Yamaguchi T. and Haruki M. (2003) : Developing soil from nutrient-poor volcanic ash using earthworms and leaf litter. J. Jpn. Soc. Reveget. Tec., **28**(3):417-425.