

大国林道北端部における林道脇への外来樹木の侵入状況

高嶋 敦史¹・大城 春菜²

¹琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールド, ²琉球大学農学部

Current invading status of the alien tree species into the roadside of northern end section of Okuni forest road.

Atsushi TAKASHIMA¹, Haruna OSHIRO²

¹Yona Field, Subtropical Field Science Center, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, ²Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

要約

やんばる地域の脊梁部は「やんばる国立公園」に指定され、世界自然遺産登録を目指している。しかしながら、その世界自然遺産候補地を含む林道沿いには、外来樹木が侵入している様子が観察される。そこで本研究では、世界自然遺産候補地内を通る大国林道の起点から 3.5km の区間において、舗装面の両端から 5m 以内の範囲に定着している外来樹木を調査した。その結果、胸高直径 4cm 以上に達している外来樹木は幹本数にして 71 本が記録され、そのうち 55 本がハンノキであった。その他では、モクマオウ、クスノキ、ギンネムが記録された。また、3.5km の調査区間を 10m ごとの 350 区間に区切ると、樹高 1.3m 以上のギンネムは 103 区間で、同様のハンノキは 31 区間で侵入していた。GIS を用いて外来樹木の侵入と地形／環境因子との関係性を評価したところ、ギンネムの侵入には土捨て場や崩壊地などの過去に裸地化した環境が影響している可能性が疑われた。

キーワード：外来樹木, GIS, 世界自然遺産, 林道

はじめに

沖縄島北部のやんばる地域は、亜熱帯性の常緑照葉樹林が広がり、脊梁部を中心に「やんばる国立公園」に指定されている。そして、固有種を多く含む生物多様性の高さが評価され、2020 年の世界自然遺産登録を目指している。

しかしながら、島嶼における生態系は外来種に対して脆弱であることから（村上・鷺谷, 2002）、やんばる地域の森林でも外来種による問題は生じやすい。動物では、フイリマングースの分布拡大（小高ほか, 2007）（当時はジャワマングースと記載）や、その影響（小倉ほか, 2002；小高ほか, 2009）が大きく懸念されてきた。一方、植物でも近年は林道沿いへのアメリカハマグルマの侵入が目立つほか、低標高域ではツルヒヨドリ の繁茂に対する対策が始められている（環境省やんばる自然保護官事務所, 2019）。

そのような中、現時点で、やんばる地域において外来樹木の問題は大きく取り上げられていない。一方、同様に島嶼で既に世界自然遺産に登録されている小笠原では、アカギがギャップを占有すること（田中ほか, 2009）や、ギンネム（ギンゴウカン）が定着すると

防除が難しいこと（吉田・岡，2000）などが報告されている。沖縄島でもすでに中南部ではギンネムの繁茂が顕著であるうえに、北部のやんばる地域でも、世界自然遺産候補地を含む林道沿いでギンネムやハンノキなどの外来樹木の侵入が目につくことから、その現状を調査し、分布の傾向などを分析することが必要である。そこで本研究では、世界自然遺産候補地内を通る林道沿いで外来樹木の定着状況を調査し、その分布に地形や環境が与える影響について検討することにした。

材料と方法

1. 外来樹木の定義

本研究では、「琉球植物誌（追加・訂正版）」（初島，1975）に「ネイチャーガイド 琉球の樹木 奄美・沖縄～八重山の亜熱帯植物図鑑」（大川・林，2016）の情報を加え、沖縄島を自生地としていない樹木を外来樹木と定義した。

2. 対象地

国頭村内を通る、大国林道の起点（県道2号線との接点）から3.5kmの区間を調査した。この区間の林道脇はやんばる国立公園の第1種特別地域に該当し、すぐ背後に特別保護地区が隣接している区間もある。対象区間すべてが世界自然遺産候補地である。なお、この区間の林道開設工事は1978～81年度に実施されている。

3. 調査方法

2018年7～10月に、対象地で述べた林道区間の舗装面の左右5m以内について、ベルトトランセクト調査を実施した。まず、トランセクト内に生育している胸高直径（DBH） ≥ 4 cmのすべての外来樹木の樹種、幹本数、株立ちについて記録した。そして、3.5kmの全調査区間を350個の10m区間に分割し、10m区間ごとに樹高 ≥ 1.3 mの外来樹木の有無を樹種ごとに記録した。その際、舗装面の左右は問わず、どちらかにでもそのような外来樹木が確認できれば侵入有りとした。

4. 解析方法

樹高 ≥ 1.3 mの外来樹木の有無と地形因子や環境因子との関係性を評価するため、GISソフトウェア（ArcGIS 10.6, ESRI）と10mメッシュのデジタル標高モデル（DEM）（Terrain, 北海道地図院）を使用し、350個の10m区間の中心点の地形因子および環境因子を計算した。ここで、各10m区間の中心点は、現地で一定間隔で記録したGPS（Garmin GPSMAP 64scJ）データと高嶋ほか（2008）による2001年度撮影のオルソ化空中写真を照合しながら決定した。

地形因子は、ArcGISの“Spatial Analyst”ツールより「日射量」、「傾斜」、「曲率」を算出した。なお、「日射量」は、 WH/m^2 で算出された値を MJ/m^2 に換算した。環境因子は、裸地形成との関係性を評価するため「土捨て場および崩壊地からの距離」をArcGISで算出した。土捨て場および崩壊地は、現地調査と高嶋ほか（2008）の空中写真から抽出し、10m区間の中心点と最も近いものの端までの距離を計算した。ここで、中心点が土捨て場および崩壊地に面している場合は距離を0mとした。

このようにして求めた各 10m 区間の地形／環境因子を外来樹木「有」と「無」のグループごとに集計し、両者の平均値の差を t 検定により確認した。

結果および考察

1. DBH \geq 4cm の外来樹木の定着状況

3.5km の調査区間中で記録された DBH \geq 4cm の外来樹木を表 1 に示した。幹本数にして合計で 71 本が記録され、なかでもハンノキが 55 本にのぼった。ハンノキは、この地域で 1976～79 年にかけて造林された記録もあり（沖縄県農林水産部森林管理課，2018）、植栽木から種子の風散布によって広まっている可能性が考えられた。そのほかではモクマオウ、クスノキ、ギンネムが記録され、モクマオウは株数は少ないものの多幹化して幹本数が多くなっていた。

2. 外来樹木の侵入状況と地形／環境因子との関係

350 個の 10m 区間への、樹高 \geq 1.3m の外来樹木の侵入状況を表 2 に示した。130 区間 (37.1%) に外来樹木が侵入し、なかでもギンネムは 103 区間 (29.4%) で確認された。ギンネムは、埋土種子の高い休眠能力と強い萌芽再生力によって、攪乱への強い耐性を有することが知られている（山村ほか，1999）。よって、本研究の対象区間でも侵入後の個体群維持や分布拡大が続いているものと考えられた。また、ハンノキも 31 区間 (8.9%) で確認された。

出現頻度の高かったギンネムとハンノキについて、侵入の有無別にまとめた地形／環境因子の平均値の比較を表 3 に示した。どちらの樹種も 5%水準で有意差が見られる因子は確認されなかったが、ギンネムでは「土捨て場および崩壊地からの距離」が $p=0.052$ となり、過去の裸地形成が侵入に影響している可能性が疑われた。

おわりに

やんばる地域では、外来樹木による生態系や生物多様性への影響はまだ顕在化していないが、その侵入状況は注意深くモニタリングしていく必要がある。そして、外来樹木の防除が必要となった場合には、防除技術の確立とともに、侵入を促進する要因を解明して問題解決に繋げることが重要である。

表 1 記録された DBH \geq 4cm の外来樹木

種名	幹本数	株数
ハンノキ	55	47
モクマオウ	10	2
クスノキ	4	4
ギンネム	2	2
合計	71	55

表 2 樹高 \geq 1.3m の外来樹木の侵入状況

種名	侵入区間数	出現頻度 (%)
ギンネム	103	29.4
ハンノキ	31	8.9
クスノキ	4	1.1
モクマオウ	1	0.3
全種合計	130	37.1

※ 1区間に複数の種が侵入することがあるため、各種の侵入区間数合計と全種合計の侵入区間数は一致しない。

表3 外来樹木の侵入有無別にみた各地形／環境因子の平均値の比較

種名 因子	ギンネム			ハンノキ		
	平均値		p値	平均値		p値
	侵入有	侵入無		侵入有	侵入無	
日射量 (MJ/m ²)	14.1	14.2	0.528	14.0	14.1	0.478
傾斜 (度)	17.2	15.6	0.085	16.7	16.0	0.629
曲率	-0.6	0.0	0.136	-0.2	-0.2	0.978
土捨て場／崩壊地からの距離 (m)	63.7	77.6	0.052	76.2	73.2	0.798

引用文献

- 初島住彦 (1975) 琉球植物誌 (追加・訂正版), 1002pp, 沖縄生物教育研究会, 沖縄.
- 環境省やんばる自然保護官事務所 (2019) やんばる地域で対策が必要な外来植物, 8pp.
- 小高信彦・久高将和・髙原建二・佐藤大樹 (2009) 日本鳥学会誌 58: 28-45.
- 小高信彦・外山雅大・髙原建二・佐藤大樹 (2007) 九州森林研究 60: 104-105.
- 村上興正・鷺谷いづみ (編) (2002) 外来種ハンドブック, 390pp, 地人書館, 東京.
- 小倉剛・佐々木健志・当山昌直・髙原建二・仲地学・石橋治・川島由次・織田銑一 (2002) 哺乳類科学 41: 53-62.
- 大川智史・林将之 (2016) ネイチャーガイド 琉球の樹木 奄美・沖縄～八重山の亜熱帯植物図鑑, 488pp, 文一総合出版, 東京.
- 沖縄県農林水産部森林管理課 (2018) 沖縄の森林・林業 (平成 29 年版), 81pp.
- 高嶋敦史・加治佐剛・齋藤和彦 (2008) 九州森林研究 61: 57-60.
- 田中信行・深澤圭太・大津佳代・野口絵美・小池文人 (2009) 地球環境 14: 73-84.
- 山村靖夫・藤田和美・須藤眞平・木村和喜夫・本間暁・高橋壮直・石田厚・中野隆志・船越眞樹・木村允 (1999) 保全生態学研究 4: 152-166
- 吉田圭一郎・岡秀一 (2000) 日本生態学会誌 50: 111-119.

テフラと奄美・沖縄のマングローブ林・推移

春木雅寛¹・東 三郎²・中須賀常雄³

¹北海道大学総合博物館, ²北海道大学名誉教授, ³沖縄マングローブ協会

The development of mangrove stands established on the floor tephra of Amami and Okinawa Islands.

Masahiro HARUKI¹, Saburou HIGASHI², Tsuneo NAKASUGA³

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

要約

昨年、沖縄島北部の西銘岳イタジイ原生林から南部のマングローブ林にかけて、林床とテフラ (tephra) の分布・性状を調査し、樹林地はかつてのテフラ堆積地に成立したことを報告した。本報ではマングローブ林に焦点を絞り、奄美大島から沖縄島、石垣島、西表島のマングローブ林生育地におけるテフラの分布状況、テフラ上に成立しているヒルギ類の林相と推移を調査し考察した。テフラは通気性、保水性に富み、軟らかく、またマグマ噴出物のため無菌で良好な土壌母材である。マングローブ林の成立・推移はテフラ依存の密接な関係にあり、(1)ヒルギ類の生育は河川上流域から流れてくる真水とテフラ堆積地がある。(2) テフラ堆積地において潮汐によるヒルギ類胎生種子の拡散定着がある。(3)ヒルギ類の性質として、潮の干満に抗する根幹の癒着性・合体樹の形成がある。これらにより、ヒルギ樹林 (マングローブ林) の成立、推移が進むと考えられた。

キーワード：奄美大島，沖縄諸島，テフラ，ヒルギ類，マングローブ

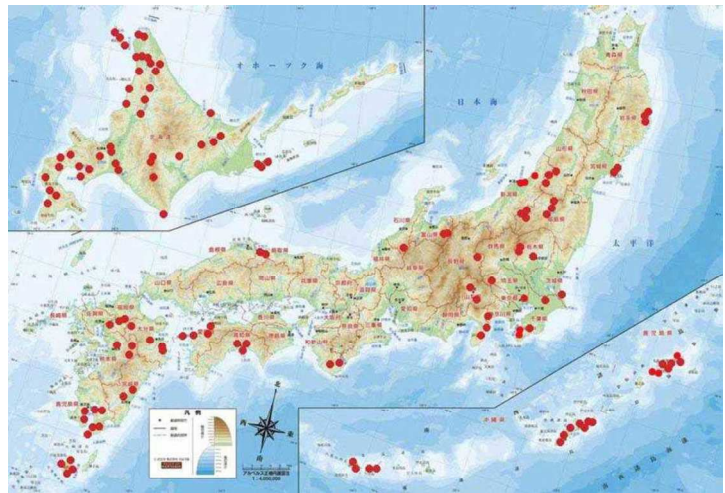
はじめに

世界的な火山学の進展により、ドイツ、フランスなどヨーロッパ中央部は過去 1 万年前後を遡る時期、中央火山帯各地の火山爆発により堆積したテフラ (tephra 火山爆発の際、地下マグマから噴出し、降下堆積した軽石、火山ガラス、火山灰、火砕流などの総称) 土壌から成る。例えば噴火地から 500km 離れたベルリンは 5m の厚さで堆積したテフラ上にあるという (ハンス・ウルリッヒ 2016, 守屋 2012, 白尾・下司 2017)。火山国日本も北から南まで 100 以上の活火山があり、2019 年版理科年表の地 132、地第 7 図第四紀後期広域テフラ分布図に見るように、テフラは遠隔地へも到達し厚く堆積するなど、北海道から沖縄島に至る日本列島を網羅している (町田・新井, 1992)。

最近、著者らは北海道の常緑針葉樹林から沖縄島の北部イタジイ原生林、マングローブ林までの林相、林床 (テフラの組成、厚さなど) を調べている (図-1)。平地から山岳地まで農地も含めて調査を続けているが、いずれの調査地も樹林は岩石の風化物の上ではなく、テフラ上に成立していた。各地のテフラの堆積は厚さ 50cm 以上であり、多くは 1~数m に及ぶが、一般的な地質図ではほとんど表現されていない。著者らは全国各地の林地を数十年に亘り見てきたが、根返り個体をみても樹木の根系はせいぜい深さ 40cm 程度しか地中に入っておらず、広範かつ厚く堆積しているテフラ内にある。

さて、日本で西南部の潮間帯汽水域の河畔や河口の泥土上に分布して (中須賀・大山・春

木 1974, 中須賀ほか 1975)、特異な景観を持つマングローブ林だが沖縄島以外でもテフラ＝泥土に依存して成立し推移していくのであろうか？ 長年マングローブ林調査に携わってきた著者らにも、生育している泥土＝テフラからマングローブ林を見ていくという視点は不足していた。昨年沖縄島における種々の樹林地の調査で沖縄島のマングローブ林も、かつて流域上部に堆積したテフラが下流域に移動堆積して、その上に樹林を成立させたと考察した。今回は奄美大島を主として沖縄島、石垣島、西表島のマングローブ林の林況、林床テフラについて比較調査を行い、テフラと樹林の成り立ちの事象を把握し、推移について考察した。



図一1. 日本各地におけるテフラの分布状況調査地点

テフラ土壤に注目する意義

本報ではテフラに有機物が混じって出来ていく土壤を“テフラ土壤”と称することにする。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 (アッシュ volcanic ash) とよび、火山灰は 1 粒 1 粒が、細かいガラスや鉱物の破片である。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る。火山礫のなかで、主に色の白っぽいものは軽石 (pumice パミス) とよばれる、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。軽石は、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。

著者らによる有珠山、昭和山など近年爆発後の火山に成立した森林植生の定着推移と土壤生成の調査から、(1)火山爆発直後からテフラ上にドロノキを主とする広葉樹が定着し、30-50 年後には樹高 20m を越える樹林が形成された。(2) テフラは通気性、保水性に富み、軟らかく、また高温のマグマ噴出物で無菌、という性質を持った良好な土壤母材で、土壤は成林しながら形成されていくことが分かっている (春木 2005, 春木・東 2019, 春木・東・中須賀 2018, 春木・東・上野・中須賀 2019, 東 2016)。火山爆発によって無機物であるテフラは、有機物である森林植生・樹林や有機的なテフラ土壤を生成していく。敷衍すれば、畑地や水田土壤の原点はこのようなテフラ土壤であることを、火山に成立する樹林地から私たちは学ぶことが出来る。

一方、日本では欧米の農業土壤学の影響を古くから強く受けてきたためか、林野の表層土は岩石の風化物が主であり、これに有機物が混じって出来るという考え方が流布されてきた (Weaver and Clements 1938, 吉良 1958, 弘法 1958)。このことは森林の表層土の成因についての現象 (現実) との乖離といえ、森林土壤学分野で今もって十分な研究や理解が進んでいないためと考えている。これまで成因についてはあまり注目されてこなかったマングローブ林

床の泥土だが、それがテフラであるがゆえにヒルギ類が依存的に生育し、推移していく場であったと考えている。

調査地

2018-2019年に林相と林床の調査を行った四島の主な調査地は(1)奄美大島では役勝川と住用川の合流地点のメヒルギ、オヒルギ群落、(2)沖縄島では慶佐次川のヤエヤマヒルギ・オヒルギ群落、大浦川のオヒルギ群落、(3)石垣島では吹通川河口付近左岸のヤエヤマヒルギ群落、オヒルギ群落、(4)西表島では浦内川のヤエヤマヒルギ、オヒルギ群落、仲間川河口付近左岸のマヤプシギ群落であった(図-2)。

調査方法

1. 林況

奄美大島; メヒルギ優占群落の発達初期部、成熟部、衰退部にそれぞれ5m×5mの方形区を設定して、毎木調査を行い、蕾、着花、着果の状況、根幹部の癒合・合体状況などを調べた。

沖縄島、石垣島、西表島; ヤエヤマヒルギ群落、オヒルギ群落、マヤプシギ群落に同様に5m×5mの方形区を設定して、毎木調査を行い、根幹部の癒合・合体状況などを調べた。

2. テフラ

各マングローブ林調査地で0-10cmの深さで土壌試料を得て、水洗して乾燥した後、デジタル顕微鏡でテフラの根拠となる火山ガラス、軽石などの有無、混入状況を観察撮影した。

調査結果

1. 奄美大島のメヒルギ、オヒルギ林(表-1、図-3)

大まかに区分された三つの発達段階では、推定林齢は初期が25年、成熟期が40年、衰退期が60年であった。初期では38個の樹幹のうち、34個の樹幹が単立しており、株状を呈し



図-2. マングローブ調査地点

図中の1~7は表-2の調査地番号に対応する。△は農林省林業試験場編集(1978)林野土壌層断面図集の火山ガラス確認地点。□は著者らの火山ガラス、豆石確認地点。図4~図7を参照のこと。

ているのはメヒルギのみで、2株と少なく、株を構成する樹幹はどちらも2個であった。成熟期も株状を呈しているのはメヒルギのみで、メヒルギは6株24樹幹を除き他は単立していた。株は2~6樹幹からなっていて、株内の胸高直径や樹高にはやや大きなバラツキがみられた。オヒルギは単立の6樹幹であった。衰退期はメヒルギのみからなり、単立している2個体を除き、他は2~5の樹幹からなる株状を呈していた。株は根幹部でかつて癒合合体をした痕跡を残しており、それぞれの株を構成する樹幹は樹高、胸高直径の優劣はあまりみられなかった。すなわち、ほぼ対等の状態で癒合し、合体樹となったことを物語っている。群落の発達に伴い合体個体の割合は発達初期部(全個体数のうち21%)よりも成熟部(同65%)、さらに衰退部(同90%)と顕著であった。着花・着果幹数は初期64%、成熟期43%、衰退期46%で、初期が成熟期を上回っており、またどの樹幹も着花・着果するわけではなかった。

表-1 奄美大島住用川、役勝川のメヒルギ優占群落の調査結果

発達段階	推定林齢 (年)	全樹幹数	枯立幹 数(%)	着花・果 幹数(%)	癒合・合体 幹数(%)	メヒルギ 樹幹数(%)	オヒルギ 樹幹数(%)	最大H(m)	最大D(cm)
初期	25	28	0(0%)	18(64%)	6(21%)	21(75%)	7(25%)	2.7	6.3
成熟期	40	37	0(0%)	16(43%)	24(65%)	31(84%)	6(16%)	3.6	6.1
衰退期	60	19	5(26%)	6(46%)	17(90%)	19(100%)	0(0%)	4.7	9.0

注：調査方形区はそれぞれ5m×5m。Hは樹高、Dは胸高直径。以下同じ

胸高直径(D)-樹高(H)関係は図-3のとおりで、初期および成熟期のオヒルギが下方にあり、メヒルギに圧倒されている様子がうかがわれる。また成熟期のメヒルギが胸高直径、樹高サイズを右上がり順調に大きくしている。

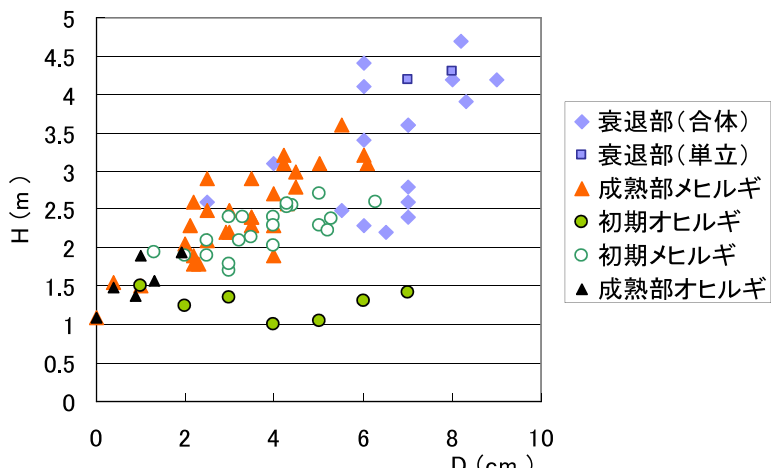


図-3. 奄美大島住用川、役勝川のヒルギ林のD-H関係

2. 他の島の林況(表-2)

他の島の林況は表-2のとおりで、根幹の合体は石垣島吹通川左岸のヤエヤマヒルギ群落で多く、西表島浦内川下流部右岸のオヒルギ群落、仲間川河口部左岸のマヤブシギ群落でも観察された。根幹の癒合・合体の多少については+++、すこぶる多い、++、多い、+、少ない、r；稀にみられる、；なしの5段階で示した。土壌構成はいずれの調査地もテフラ

表-2 奄美大島、沖縄本島、石垣島、西表島のマングローブ林の林況と林床の調査結果

調査地	群落名	河川と位置	呼吸根	根幹癒合, 合体	推定林齢	最大D(cm)	最大H(m)	生立密度	調査年・月
1.奄美大島	メヒルギ優占群落	住用川	呼吸根	+++	60	9	5	14/25m ²	2019.5
2.沖縄本島	ヤエヤマヒルギ群落	慶佐次川	支持根	-	50	10	6	15/25m ²	2018.9
3.沖縄本島	オヒルギ群落	大浦川	屈曲膝根	+	40	12	8	15/25m ²	2018.9
4.石垣島	ヤエヤマヒルギ群落	吹通川河口	支持根	+++	50	14	5	24/100m ²	2018.9
5.西表島	ヤエヤマヒルギ優占群落	浦内川河口	支持根	-	60	11	6	23/100m ²	2018.9
6.西表島	オヒルギ群落	浦内川下流	気根	+++	70	50	14	5/25m ²	2018.9
7.西表島	マヤブシギ群落	仲間川河口	気根	++	70	18	7	13/25m ²	2018.9

注：土壌構成は各調査地ともテフラにサンゴ片、貝殻片などが混じっている。支は支持根、気は気根。

にサンゴ片、貝殻片を交えたものであった。沖縄県でみられるヒルギ類のうちヒルギダマシ、ヒルギモドキは未調査である。調査を行ったヒルギ群落はいずれも堆積テフラ上に成立しており推定樹齢は40～70年であった。サイズをみると西表島のオヒルギ林はかなり大きく胸高直径50cm、樹高14mに達していた。根幹の癒合合体はメヒルギ、オヒルギ、ヤエヤマヒルギ、マヤプシギの4種で見られた。これらの中で、ヤエヤマヒルギにみるように、どの河川域でも癒合合体が見られたわけではなく、石垣島の吹通川河口で殊に多くみられた。

3. テフラの分布状況

奄美大島から沖縄島、石垣島、西表島までの表層土の調査地点では、いずれもテフラが1m以上厚く堆積し火山灰、火山ガラスが認められた。観察によると、周辺陸域も含め、河川上流域から流下したテフラが堆積していた（図—4～図—7）。

考察

1. テフラ分布と土壌

世界的な地質学者である Holmes, A. (ホームズ) は、“土壌は岩石の風化物”と述べる反面、著書の P.411 で、“火山灰や溶岩は生産力の多い土壌を供給する。そのために活火山のすぐ近くにまで農業者が生命の危険と破壊される危険を冒して住むようになるのである。”と述べているほどである。日本各地では、遠隔地に降下堆積する無機質なテフラは保水性、通気性を有し、地下マグマの噴出物であることから無菌で、しかも軟らかくて植物の根が入りやすい。だから、1945年生成の昭和新山や1977-78年代噴火の有珠山でその後観察されたように、まずテフラ上に森林植生が成立し、その後、土壌を生成していったと考えられた。著者らは町田(1991)の知見に見られるようなテフラ分布の事実を、北海道から九州南部、屋久島、奄美大島、さらに沖縄島、石垣島、西表島にいたる調査で確認している(春木ほか2018,2019)。テフラの存在をわかりやすくしている火山ガラスは、農林省林業試験場(1978)による1959-1977年の沖縄県沖縄島北部、中部、南部の各地土壌調査記録の中にみられる。すなわち1. 本島北部の国頭村辺戸名の牛首山(海拔320m)の緩斜面、2. 中部の名護市久志天仁屋の丘陵部(海拔160m)、3. 南部の具志頭村の丘陵斜面(海拔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石英、長石、砂岩粒に混じって火山ガラスはA層からB、C層まで存在する。

著者らによる沖縄島北部の林相および林床の調査の結果、西銘岳イタジイ原生林では、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—7.1)。これは0-10cmも50cm以下の深部も同様であった(尾形2000, 東本1999)。とくに、豆石は琉球大学与那研究林事務所付近(図—7.2)、与那覇岳登山道入り口(図—7.3)、石垣島野底(図—5)などでも見られ、年代や場所は不明だが、かつて火山爆発により噴出した遠隔テフラが沖縄島や石垣島を覆ったことを確実に物語っている。また、火山ガラスはほとんど全部の調査地点でみられた。

2. テフラとマングローブ林

根幹の癒合(癒着)・合体状況を見ると、どの河川のヒルギ類でも癒合・合体が生じているわけではなかった。石垣島の吹通川河口のヤエヤマヒルギや西表島浦内川のオヒルギでみるように、根上がりの状況を観察すると、大径高木への発達は潮の満干に抗するように根幹

の癒合・合体によって実現していると考えられた。すなわち、生育をテフラに依存するヒルギ類はタネ（胎生芽）が潮汐により移動した場所で定着・生育する。根幹部の癒合合体が行われ、呼吸根、支持根などを出しやすい。表—1 に示したように、奄美大島奄美市住用町のメヒルギ群落衰退部では癒合-合体の樹幹数は 90%で、全てではないが、強固な樹体を発達維持させる上で、癒合-合体は重要な意味を持っていると考えられた。このような癒合-合体は、奄美大島のメヒルギ、オヒルギ、また沖縄島、石垣島、西表島でオヒルギ、ヤエヤマヒルギ、マヤブシギについて確かめられた。メヒルギ、オヒルギは根幹下部が癒合-合体し、大径化していることから、満干時の海水などの流れに抗して、根幹が癒合-合体して生き残ったと考えられる。このような樹幹の大径化は、北海道、東北地方のブナ林でも癒合して合体樹をつくり、胸高直径 2m以上の大径木を形成するのと同様の現象であった（春木ほか,2015）。なお、明瞭な呼吸根（支持根）をもつヤエヤマヒルギやマヤブシギでは呼吸根の癒合も顕著である。これらの2種は癒合した共通の支持根を張り巡らせることで、根幹を補強し樹体を維持発達させていると考えられた（図—5～図—6 参照）。

おわりに

世界の火山学研究の進展により、例えばドイツ、フランスから南のイタリアに抜ける約 1 万年前の火山帯の存在-テフラ堆積が近年明らかになった。日本でも過去 1 万年前後は火山噴火が多く、世界的な“テフラ時代”があったのではないだろうか、と著者らは考えている。赤道付近やアフリカ、南北アメリカ、アジア、ヨーロッパなど広く火山帯が分布しており、遠隔テフラの存在は今後注目されるに違いない。恐竜や人類の歩んだ場所でも、テフラ上に広く成育した森林植生を食糧源、生活資源とする他はなかったはずである。森林植生発達の過程で土壌が出来ていき、古生物の居場所がテフラに依存していたことに目が当てられる日が早く来ることを著者らは信じている。火山爆発が日本におけるテフラと樹林（森林）成立、動物関与種の多い樹林への推移にどのように関与したかに関する研究は、まだあまり進んでいない。しかし、著者らが調べてきたように北から南まで共通現象が多く、今後は次世代の研究者に負うところが大きい。



図—4. 奄美市住用川・役勝川のメヒルギ、オヒルギ群落
 図—4.1(上左)；メヒルギ優占群落で成熟期。あちこちにメヒルギの根幹の癒合-合体がみられる。図—4.2(上中央)；オヒルギの根幹部の癒合-合体。図—4.3(上右)；衰退期のメヒルギ。樹冠はイボタクサギが覆う。図—4.4(下左)；住用川右岸 30-40cm 深のテフラ粗粒のデジタル顕微鏡写真。火山ガラスが多い。2019.5.16



0 5mm



図一5. 石垣島のヤエヤマヒルギ群落

図一5.1(上左); 吹通川左岸河口 付近では根幹が癒合合体。図一5.2(上中央); 呼吸根上部の根幹が左側は3本、右側は2本癒合合体。図一5.3(上右); 名蔵のヤエヤマヒルギ群落で黒色の泥土上に発達中。図一5.4(下左); 野底の県道周りで0-10cm 深のテフラ粗粒のデジタル顕微鏡写真。火山ガラスや黒っぽいマメ石が散在する。

2018.9.1



0 5mm



図一6. 西表島のヒルギ群落

図一6.1(上左); 浦内川河口 付近のヤエヤマヒルギ, オヒルギ群落。図一6.2(上中央); 浦内川右岸下流部で癒合合体するオヒルギ群落。図一6.3(上右); 仲間川のマヤブシギ群落の癒合合体。図一6.4(下左); 浦内川右岸下流部, 旧宇多良鉱山付近。130-140cm 深の粗粒のデジタル顕微鏡写真。火山ガラスがほとんどである。2018.9.2



0 5mm



0 5mm

図一7. 沖縄島各地における粗粒のデジタル顕微鏡写真。いずれも茶色あるいは黒色の丸い豆石と火山ガラスが散在する。図一7.1(左); 西銘岳歩道沿いイタジイ林の0-5cm 深 (2017.10.25), 図一7.2(中); 琉球大学与那演習林の0-10cm 深 (2017.10.25), 図一7.3(右); 奥間林道の与那覇岳登山口 付近の100-110cm 深 (2019.8.31)

引用文献

- ハンス-ウルリッヒ シュミンケ著 (隅田まり・西村裕一訳) (2016) 火山学 I, II. 354pp. 古今書院. 東京.
- 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・東 三郎 (2019) 昭和新山一樹林の成り立ちと推移一. 北方森林研究, **67**, 67-70.
- 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.
- 春木雅寛・東 三郎・上野和昌・中須賀常雄 (2019) テフラと沖縄本島の土壌、樹林. 平成 30 年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集, 12-20.
- 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一落葉量の比較から一. 琉球大学農学研究科修士論文 (平成 10 年度). 48pp.
- 東 三郎 (2016) 森林現象説一昭和新山樹林成立一. 119pp. テフラリンサークル. 札幌 (電子書籍).
- 東 三郎 (2017) 林床テフラ考. 78pp. テフラリンサークル, 札幌 (電子書籍).
- 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) 火山灰アトラスー日本列島とその周辺ー. 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.
- 守屋以智雄 (2012) 世界の火山地形. 299pp. 東京大学出版会, 東京.
- 中須賀常雄・大山保表・春木雅寛 (1974) マングローブに関する研究 I. 日本におけるマングローブの分布. 日本生態学会誌, **24**, **4**, 237-246.
- 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.
- 沖縄県教育委員会 (1975) (昭和 50 年 3 月) 沖縄県天然記念物調査シリーズ第 3 集) 「与那覇岳周辺のイタジイ林について」. 29pp.
- 沖縄国際マングローブ協会 (編著) (2006) 沖縄のマングローブ研究. 111pp. 新星出版, 那覇.
- 白尾元理・下司信夫 (2017) 火山全景. 誠文堂新光社. 東京. 191pp.
- Weaver and Clements (1938) Plant Ecology. 601pp. Mcgraw-Hill Book Company, N.Y. and London.

沖縄島北部におけるクヌギの植栽について

上野和昌¹・中須賀常雄¹・岸本 司¹・宮城清則¹・宮城 健¹・笹島久美子²・谷口真吾³

¹亜熱帯林研究会、²屋我地エコツアーネット、³琉球大学農学部

Planting of Kunugi(*Quercus acutissima* Carr.) in the northern part of Okinawa Island
Kazumasa UENO¹・Tsuneo NAKASUGA¹・Tsukasa KISHIMOTO¹・Kiyonori MIYAGI¹・Ken MIYAGI¹・Kumiko SASAJIMA²・Shingo TANIGUCHI³

¹The Sub-Tropical Forest Association,²Yagaji Eco Tour Net Work, ³Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

要約

クヌギはブナ科コナラ属の落葉広葉樹で本州（岩手、山形以南）、四国、九州に生育している。本樹種は薪炭材やきのこのホダ木として古くから利用され、そのため植林地面積も多い広葉樹の一つである。沖縄には天然分布はなく、明治末ころ導入されたとされている。本報告では、その導入経過および現存する生育木の状況、復帰後の植林地の生育状況について報告する。

キーワード：クヌギ、植林地、生育地、生長、導入経過

はじめに

沖縄県は造林樹種としてリュウキュウマツ、イヌマキ、アカギなど 35 種を指定している。筆者らは、これらの指定樹種の造林状況について現地調査等を行い、イスノキ、ナンヨウスギ、スギ、テリハボクなどについて報告してきた。今回はクヌギを取り上げ、その導入史や残存する大径木、植栽林などについて現地調査を実施した。クヌギはブナ科コナラ属の落葉高木で、我国では暖帯北部から温帯南部にかけて生育している。本樹種は古くから薪炭林として最も広く人工造林され、また、きのこ栽培のホダ木として最適でコナラと共に最も多く利用されている。沖縄へは明治 30 年頃導入されたとされている。本報告では沖縄島北部の現存するクヌギ大径木や植栽木の生長について報告する。

調査方法

1. 導入経過

「クヌギ」に関する記載の有無について沖縄の林業及び植物関係の文献を調査した。それらの文献は、沖縄県教育委員会（2014、2015）、沖縄県農林水産行政史編集委員会（1983a、1983b、1989）、真境名安興（1967）、天野鉄夫（1982）、エグバド・H. 和嘉（1954）、初島（1975）、初島・天野（1994）、沖縄県緑化推進委員会（1978）である。

2. 導入試験

1979 年 11 月、長崎県諫早市で採集したクヌギ種子を、1980 年 1 月から琉球大学農学部温室で発芽させた後、バーミキュライトを入れたビニールポットに移植して 1 年間、育苗し、1981 年 7 月に大宜味村江洲に植栽した。また、同年 2 月、宮崎県から購入したクヌギ苗木

を上記場所に植栽した。

3. 沖縄島北部のクヌギ生育地及び植林地調査

2019年3月から6月にかけて、呉我、比地、名護市大中で現存するクヌギについて、その位置、生育状況などについて測定記載した。また、2019年4月から7月沖縄島北部のクヌギ植林地の奥県営林、源河市有林で毎木調査を実施した。

結果

1. 導入経過

クヌギについての記載が見られたのは、天野（1978、1982）で「戦前今帰仁村呉我山その他に植栽された、生育良好である」と記されている。また、用途は「日本における薪炭の1級材にして、器具材、車輛材、椎茸の原木に賞用される。樹皮と殻斗は染料及び鞣皮用とする。種子は所謂ドングリにして豚の食料に使用せらる」と記している。我如古（1982）は「明治30年頃に秤りや柵に利用する目的で導入され、今帰仁村呉我山に植栽されたようである。同所には前生木伐採後、萌芽更新したと思われる樹高8~14m程度の立木が数本現存している」と記述している。後述する沖縄県林業試験場の植栽試験は上記の樹木から種子を採集して苗木を養成して南明治山に植栽されている。

植物分類関係では、エグバド・H. 和嘉（1954）、初島・天野（1994）には導入種として樹種名が記載されている。

2. 導入試験

温室で養成中のクヌギ苗木を図-1、2に示した。これらの苗木は1年間養成した後、1981年7月、大宜味村江洲の二次林を伐採して90本植栽した（図-3、4）。植栽1年後の1982年7月、下刈り後、樹高を測定し、生枯を記録した。生存率は69%、平均樹高は54cmであった。その1年後、生存率0%、全木枯死した。植栽失敗の原因について、1) 植栽時期が労力の関係から大学の夏休みで、気温の高い水分欠乏の時期であった。2) 下刈りが遅れ萌芽枝葉に被圧され、また、蒸れる状況であった、と考えている。

宮崎県から購入した苗木は、現地で芽が動かない2月に沖縄へ送ってもらい、ミスト床の砂地に仮植した。沖縄は気温が高く3月には開芽してしまった。この苗木を剪定することなく山に植栽した。この試験が失敗した原因は、生活サイクル、休眠やその打破、生長期間などについて予備知識がなかったことと、剪定など苗木養成技術が未熟であったと結論づけた。図-3は植栽したばかりのクヌギ苗（矢印はボールペン）、図-4は活着生長したが1年後枯死した個体である。

3. 沖縄島北部のクヌギ生育地及び植林地

今回確認した沖縄島北部のクヌギ生育地と植林地は、北から順に、1. 国頭村奥県営林、2. 国頭村与那県営林、3. 大宜味村有林、4. 東村県営林、5. 名護市源河市有林、6. 今帰仁村呉我山、7. 名護市護佐喜の宮、8. 県民の森、の8箇所である。



図 - 1 温室内でのクヌギ苗養成



図 - 2 クヌギ苗木（掘り取り）同右



図 - 3 植えたばかりのクヌギ苗



図 - 4 枯死したクヌギ

1) 呉我山のクヌギ

「呉我山にクヌギを植栽した」との記述を見て（天野、1982）、写真撮影した記憶があった（1985年、図-5）。当時の記録はないが写真から推定して、樹高は25m、胸高直径は40cm位だろう。これらの大径木が残存しているか踏査したが、この付近は道路整備でトンネルが2個もあり様子に変化していた。以前の調査関係者や付近での聞き取りを元に再度踏査して、呉我トンネルの今帰仁側入口付近で倒れたクヌギを見つけた。1985年の写真では3本のクヌギが見えるが、倒れて残っているのは枝ぶりから判断して中央の木と推定される(図-6,7,8)。

2) 比地苗畑のクヌギ

森林組合苗畑にクヌギ大木がある。1984年植栽で6本あったが、2012年の台風17号で倒れて伐採され、現在は2本が残っている。No.1は樹高15m、胸高直径47cm（根元径70cm）、樹冠面積は60m²である(図-9)。No.2は、樹高12m、胸高直径45cm（根元径58cm）、樹冠面積は30m²である。伐採された根株から萌芽が見られ、7年で直径4.3cm、樹高3.6mになっている(図-10)。

3) 護佐喜の宮クヌギ

名護市大中、護佐喜の宮にクヌギ大木がある、植栽された経緯は不明だが、樹高12.6m、胸高直径37.5cm、この木は堅果を着果している(図-11,12)。比地のクヌギは着花するが果実は実らないそうだが、その違いは樹齢なのか立地なのか今後検討したい。



図 - 5 呉我山クヌギ大木 (矢印：人、1985年)



図 - 6 左地点の 2019 年の様子



図 - 7 倒れたクヌギ (2019年)



図 - 8 倒れたクヌギ根元 (2019年)



図 - 9 比地のクヌギ (No.1)



図 - 10 同地 クヌギ (No.2)



図 - 11 護佐喜の宮、クヌギ



図 - 12 同左

4) 奥県営林植林地

林道奥線沿いの植栽後 14 年クヌギ林調査区 (236m²) 内の 46 個体の測定結果は以下のとおりである (図 - 13~16)。



図 - 13 奥県営林クヌギ林

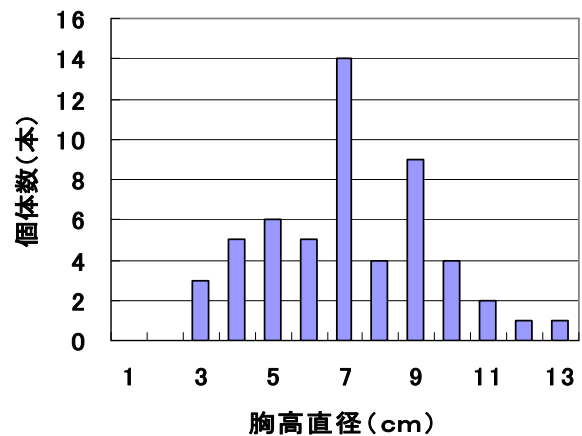


図 - 14 胸高直径階別本数分布

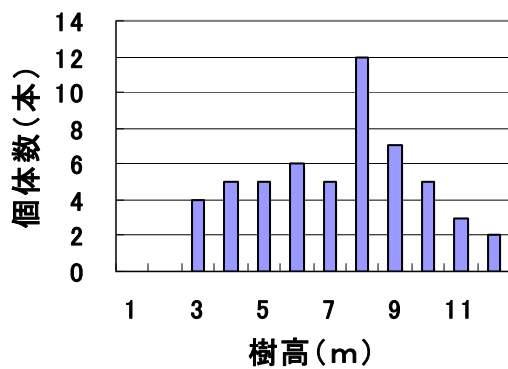


図 - 15 樹高階別本数分布

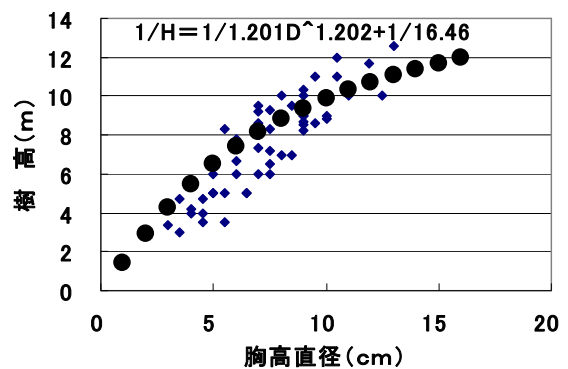


図 - 16 胸高直径—樹高関係



図-17 源河クヌギ林

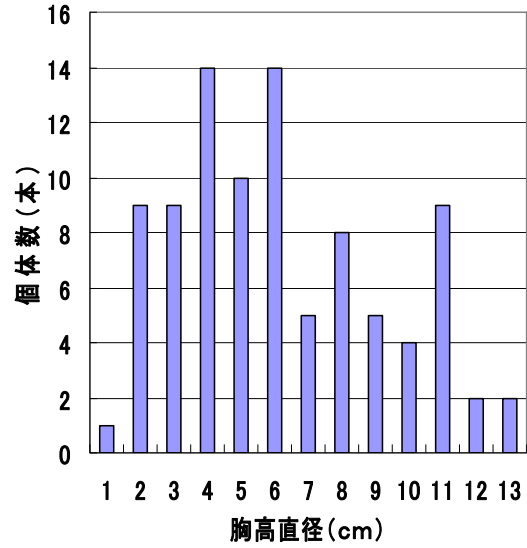


図-18 胸高直径階別分布

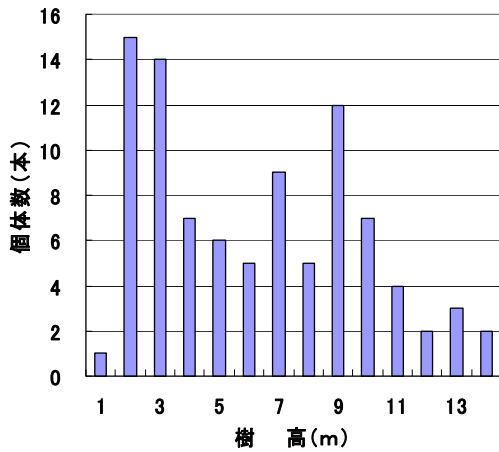


図-19 樹高階別本数分布

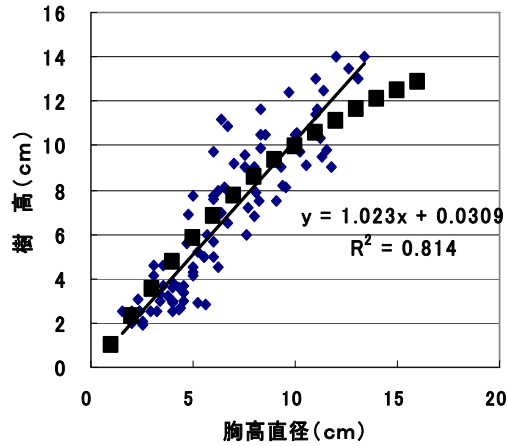


図-20 胸高直径-樹高関係

5) 源河クヌギ林

県道 14 号線沿いの植栽後 32 年のクヌギ林に調査区 (409m²) を設定し、86 本の毎木測定結果は図 - 17~20 のとおりである。本地の胸高直径階別本数分布と樹高階別本数分布はいずれも 2 山分布を示しているが、一部の生育良好木を伐採搬出し、補植を行ったとのことでこの型となったものと思われる。詳細については次回検討したい。

4. 生長比較

筆者らが 1985 年に撮影した呉我山のクヌギは大径木であった。温帯産のクヌギが沖縄で生長しているので導入試験を行なったが失敗した。これは上述のとおり植栽技術が未熟であったことによる。その後、沖縄県が植栽したクヌギは順調に生長している。今回、奥と源河植林地で調査して、その生長を他県と比較した。本県では沖縄県林試が 1985 年に植栽試験を行なった記録がある (我如古ら、1982; 宮城ほか、1987; 比嘉ら、1992)。先ず、その生長結果について検討した。

図-21、22 は愛媛県（愛媛県、1985）と沖縄県でのクヌギ生長経過比較である。沖縄県のクヌギは沖縄県林業試験場が上述した今帰仁村呉我山のクヌギの種子から育苗した苗木を南明治山に 1982 年植栽したものである（本地は今年で 37 年生になるが、基地内で入

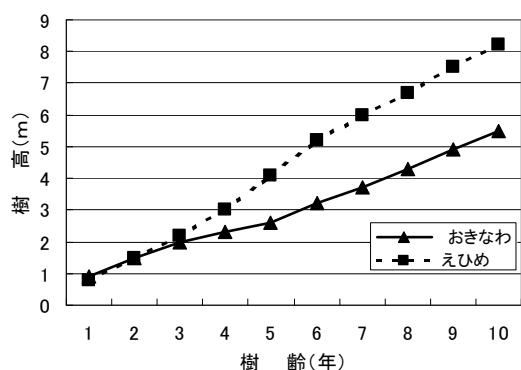


図-21 胸高直径

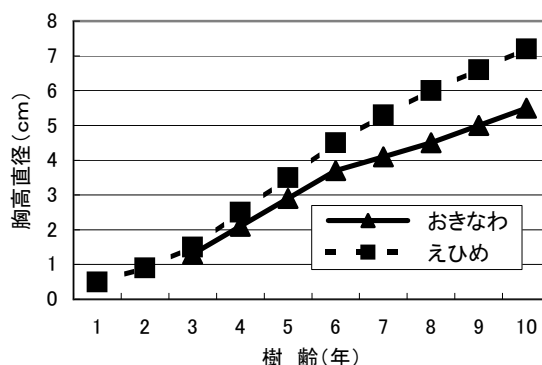


図-22 樹高

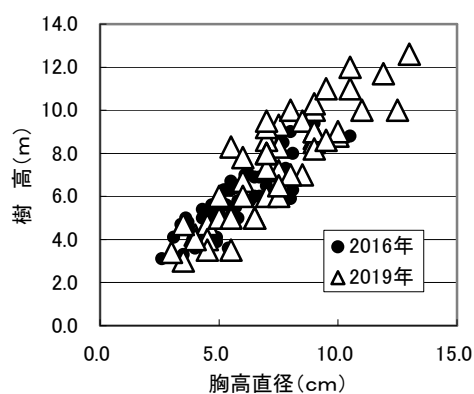


図-23 奥県営林クヌギ生長

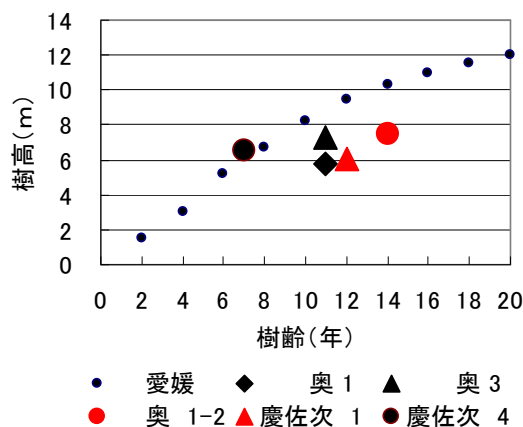


図-24 クヌギ樹高生長比較

林不可)。本県での連年調査データは本件のみであったが、胸高直径は樹齢 10 年で約 2 cm、樹高は同じく約 3m の生長差が見られる。奥県営林クヌギ林では 2018 年に生長についてサンプル調査を行っている（沖縄県森林資源センター、2018）、その調査区と本調査とは同じではないので厳密な比較は出来ないが、同一林分なので大まかな傾向を見るため同一図示で比較した。2016 年の胸高直径、樹高の平均値は各々 5.7 cm、5.7m、2019 年のそれは 7.4 cm と 7.5m で、3 年間の生長量は前者が 1.7 cm、後者が 1.7m である。図-23 では、小さい個体の増分は見られず、大きい個体は大きな増分を示している。図-24 は愛媛県と沖縄のクヌギ樹高生長である。沖縄県の生長は劣っているが、慶佐次 4 は良好な生長個体の平均で、ほぼ同等の生長を示している。

まとめ

沖縄島北部のクヌギについて、導入、大径木及び植林地調査について紹介した。先ず、導入について、明治 30 年頃、今帰仁村呉我山などに植栽されたとの記載が見られた。この記載を確認した 1985 年撮影の写真があり、そのクヌギが現存するか踏査したところ、呉我トンネルの今帰仁側入口付近に倒木したクヌギが見つかった。我如古ら（1982）はこ

の木の果実から育苗して南明治山に試験植栽を行なっている。この時、「樹齢、約 35 年」と記しているため、台風で倒れたのが 2012 年とすると、樹齢約 66 年となる。この大径木の幹に刻まれた情報を円板などの採取によって読み取ることは重要である。植栽林のクヌギは他県に比して生長は遅れているが順調に生育している。今後、下刈り、除間伐など手入れを行い利用径まで育成を図りたいものである。最近、ホダ木としての利用が減少しているが体験学習とか販売用ほだ木などの利用法は色々と考えられる。また、伐採後の萌芽更新についても試験研究を行い継続的利用について検討したい。

引用文献

- 1.天野鉄夫（1982）琉球列島有用樹木誌． p 16 ． 琉球列島有用樹木誌刊行会． 沖縄
- 2.エグバト． H. 和嘉（1954）琉球重要樹木誌 p 49 琉球列島米国民政府． ワシントン、米国
- 3.愛媛県農林水産部林政課（1985）クヌギ林造成技術指針． 22pp
- 4 我如古光男・玉城 功（1982）クヌギの植栽試験 沖縄県林業試験場研究報告 25：71－73
- 5.初島住彦（1975）琉球植物誌 追加・訂正． 沖縄生物教育研究会． 1002pp
- 6.初島住彦・天野鉄夫（1994）琉球植物目録 p 32 沖縄生物学会 沖縄
- 7.比嘉 亨・近藤博夫（1992）クヌギの植栽試験－10 年目の成長－ 沖縄県林業試験場研究報告 35：82－88
- 8.真境名安興（1967）沖縄現代史 440pp. 琉球新報社． 沖縄
- 9.宮城 健・我如古光男・松田辰美（1987）クヌギの植栽試験－6 年目の成長について－ 沖縄県林業試験場研究報告 30：102－110
- 10.沖縄県農林水産行政史編集委員会（1983）沖縄県農林水産行政史 第 1・2 卷（総論・農林水産行政編）481pp. 農林統計協会． 東京
- 11.沖縄県農林水産行政史編集委員会（1983）沖縄県農林水産行政史 第 15 卷（林業資料編）886pp. 農林統計協会． 東京
- 12.沖縄県農林水産行政史編集委員会（1989）沖縄県農林水産行政史 第 7 卷（林業編）523pp. 農林統計協会． 東京
- 14.沖縄県教育委員会（2014）沖縄県史 資料編 24 自然環境新聞資料 自然環境 2. 991pp. 沖縄県． 沖縄
- 15.沖縄県教育委員会（2015）沖縄県史 各論編 第 1 卷 自然環境 782pp. 沖縄県． 沖縄
- 16.沖縄県（2018）クヌギの資源量調査 平成 28 年度林業普及情報資料システム事業 15P
- 17.沖縄県緑化推進委員会（1978）みどり 第 13・14 合冊号 p33. 同委員会． 那覇