

# 琉球大学学術リポジトリ

## 沖縄県におけるフクギの樹齢推定に関する調査研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2015-09-01 キーワード (Ja): キーワード (En): estimated age of Fukugi trees, calculation method, [Remark 1] environmental factors 作成者: 仲間, 勇栄, 柴田, 昌和, 陳, 碧霞, Nakama, Yuei, Shibata, Masakazu, Chen, Bixia メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/31694">http://hdl.handle.net/20.500.12000/31694</a>

# 沖縄県におけるフクギの樹齢推定に関する調査研究

仲間勇栄\*・柴田昌和\*\*・陳 碧霞\*\*\*

\*[ynakama@agr.u-ryukyu.ac.jp](mailto:yinakama@agr.u-ryukyu.ac.jp): 琉球大学名誉教授・琉球大学客員教授

\*\*2013年度農学部亜熱帯地域農学科森林政策学研究室卒業生

\*\*\*琉球大学農学部亜熱帯地域農学科森林政策学研究室助教

Nakama Yuei<sup>1</sup>, Masakazu Shibata<sup>2</sup> and Bixia Chen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Emeritus Professor, Visiting Professor, University of the Ryukyus

<sup>2</sup> Department of Subtropical Agriculture, the Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus.

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Subtropical Agriculture, the Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

## Age Estimation of Fukugi Trees in Okinawa Prefecture

### Abstract

The tree age estimation formula developed by Hirata (2006) is not suitable for all regions in Okinawa Prefecture because its calculation was based on a small number of samples from only a few areas. This study aimed to revise the Hirata method by considering environmental factors. Samples for analysis were collected from a wide range of areas in Okinawa Prefecture. Following this, the growth rings were counted in samples and compared with the results obtained using the Hirata method. In total, 14 samples were collected from Mainland Okinawa, Tarama Island in Miyako Island City, and Ibaruma in Ishigaki City. In the present study, two methods were developed to determine the age of Fukugi trees grown in a general environment:

- 1) Estimated age (year) =  $[3.4908 \times \text{diameter (cm) at the height of 20-30 cm above ground level}] - 11.538$
- 2) Estimated age (year) =  $[\text{diameter (cm) at the height of 20-30 cm above ground level}] / 2 \times 6.2$

The age estimate using the Hirata method by multiplying the diameter at 20–30 cm above ground level instead of multiplying the diameter at breast height is applicable to trees with a diameter lesser than 10 cm or greater than 70 cm. Therefore, it showed approximately 10-year error. However, the deviation from the calculation result using the Hirata method is large for trees with a diameter ranging from 10–70 cm measured at 20–30 cm above ground level. This error in the age estimate is attributed to the rapid growth rate in this age range. On average, approximately 6.2 growth rings were counted for every centimeter of a diameter. We obtained an average error of 9.2 years by calculating the estimated age according to the Hirata method by multiplying the radius (cm) at the height of 20–30 cm above ground level by 6.2. In particular, this exhibited a good fit for the samples with a diameter lesser than 40 cm. Therefore, we conclude that the second method can be applicable to estimate the tree age. From the variance of increment in growth rings among the three samples from Tarama Island in Miyako Island City, a Tarama-specific method was proposed as follows:

- 3) Estimated age (years) in Tarama Island =  $[6.317 \times \text{radius (cm) at the height of 20-30 cm above ground level}] + 1.152$

A correlation between the growth ring increments and annual precipitation was found.

Keywords: estimated age of Fukugi trees, calculation method, [Remark 1] environmental factors

### I 序論

#### 1. 研究の背景

フクギ (*Garcinia subelliptica*) は防風・防潮・防火効果に優れているため、古くから防災林として沖縄全域で植栽されてきた。沖縄のフクギ屋敷林は18世紀の30年代以降、琉球王府の村落移動計画の一環として造成されたものが多い。フクギ林は防災林としての機能以外にも、建築材、天然染料、燃料材として活用されてきた。

沖縄のフクギ林は八重山諸島に野生種とみられる群落があるが(初島, 1975)、その他の地域のフクギ林は、ほとんどが人の手で植え付けられたものである。フクギの樹齢を特定する事で、屋敷林や御嶽林などの植栽時期が正確に把握でき、その歴史的意義の考察と再評価が可能になる。しかし、現状ではフクギの樹齢については未解明な部分が多い。

#### 2. 先行研究

樹齢の推定について、渡辺(1999)は樹幹断面や成長錐で抜き取ったコアの年輪、枝節の段階、文献の調査などから、一般的樹齢推定法を挙げているが、これらは主に針葉樹に適用される方法である。広葉樹にも適用されるが、ヒノキやスギのような針葉樹に比べ、広葉樹の年輪は出来具

合が不規則で読み難い。さらに熱帯・亜熱帯地域においては、気候の季節変化が明瞭ではなく、とりわけ樹木の生長が停止する休眠期が、毎年定期的に訪れるとは限らない。そのため亜熱帯常緑広葉樹の樹齢の推定法については、まだ確立されていない。

沖縄のフクギの樹齢推定に関する研究では、平田(2006)により1cm当たりの平均年輪数に基づいた樹齢推定式(以降、平田式と称す)がある。その式は次の通りである。

樹齢(年) =  $DBH \div 2 \times 8$  (1cm当たりの平均年輪数)

しかし、この式から得られる計算値は、実樹齢が計算値±50年以内にあるだろうという目安に過ぎない。加えて、平田式を求めるにあたって用いられたサンプル数は、切り株が2本と少なく、採取地も沖縄本島南部に限定されている。また、樹幹断面の保存状態が悪かったため、平田式における1cm当たりの平均年輪数は解読可能な一部分から得た年輪数により算出されたものである。年輪は生育環境により出来具合が多少違ってくるため、現状では平田式が沖縄全域のフクギに適用できるという確証は得難い。

#### 3. 研究の目的と方法

本研究では沖縄県の複数地域からサンプルを採集し、サンプルの推定樹齢と平田式から得られた推定値との比較等を行い、地域や環境に対応したフクギの樹齢推定式の検

討を目的とした。

その方法として、まず沖縄全域からフクギの倒木あるいは切り株の情報を収集した。その後、現地へ向かい、地上高 20~30cm の位置を目安にフクギの円板のサンプルを採取し、サンプルの直径や周囲、土壌、髓の位置などの周辺情報を記録した。採取高を地上高 20~30cm と設定した理由は、地際の樹幹断面に刻まれた年輪数が実際の樹齢に最も近いからである。しかし地際から円板を入手する事は技術的に困難である。また採取する位置が高過ぎると枝節の年輪が混入する可能性が高くなり、本来の年輪が読み取り難くなる。その事を防ぐためにできるだけ上記の採取高に設定した。ただし、その位置で採取できない、もしくは枝節の混入や樹幹内部の空洞化などにより、年輪の読み取りが困難である場合は、比較的年輪の読み取り安い位置の円板を採取し、その採取高を記録した。

採取したサンプルに方位を記入し、年輪の中心点(髓)から東西南北へ四本の測線を引き、各測線の長さも記録した。サンプルの断面をデジタルカメラやスキャナーで保存後、その画像データ上の年輪の解析を行った。年輪幅の測定については、画像データ上で年輪幅の手動読み取りを行う Dendro Measure というフリーソフトを用いて行った。偽年輪を除去するため、各測線の年輪数の最小値を推定樹齢として設定した。1cm 当たりの平均年輪数は、推定樹齢を採取高半径で割ることで求めた。得られた推定樹齢と平田式による計算値との比較を行い、その誤差を記録した。ただし、胸高位置の円板の入手が困難だったため、本研究では採取高直径を胸高直径と仮定して得られた平田式計算値を利用した。また、生育土壌や採取地域別にサンプルを比較し、その関連も調べた。

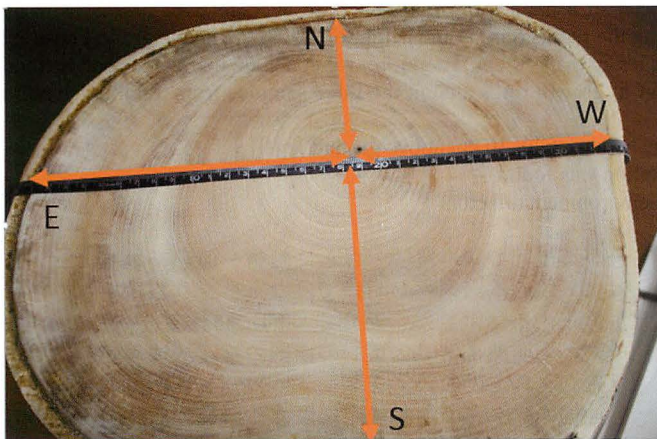


図1 測線の引き方

## II 採取地の概要

沖縄県は温量指数 180~240 の亜熱帯気候に属する。冬季には北東からの乾燥した冷たい季節風雨が吹く。夏期には南東からの湿った暖かい季節風が卓越する。平均海水温度が 20℃ の黒潮海流の影響で気温の年較差は小さい。年平均気温は 21.5~23.8℃、年平均降水量は 2,071~2,378mm の範囲である。

沖縄県に分布する土壌は、沖縄方言で島尻マーヅ、国頭マーヅ、ジャーガルと呼称され、これらに加えて沖積土壌も分布する。ジャーガルは母岩の泥灰岩が風化して生成し、土壌は灰色及びその近似色を呈する。沖縄島では中南部の低地に広く分布し、県内で最も肥沃な土壌として知られている。島尻マーヅは珊瑚石灰岩の母岩が風化して生成し、赤褐色またはやや黒色味の強い赤褐色土壌である。この土壌は沖縄島の中・南部の丘陵地や宮古島のほぼ全域に分布し、沖縄県内で

はジャーガルに次ぐ肥沃な土壌として知られている。国頭マーヅは粘板岩や砂岩及び国頭礫層の母岩が風化を受けて生成した赤色または黄色の土壌である。沖縄島中・北部の脊梁山地に広く分布し、県内では最も肥沃度の低い土壌として知られている。

本研究におけるサンプルの採取地は、国頭村安田、本部町備瀬、名護市宇茂佐、金武町並里、西原町嘉手苺、多良間村塩川・仲筋、石垣市伊原間の計 7 カ所である。各採取地の土壌は、本部町備瀬と金武町並里、多良間村塩川・仲筋は島尻マーヅ、国頭村安田と石垣市伊原間は国頭マーヅ、西原町嘉手苺はジャーガル、名護市宇茂佐は沖積土壌である。

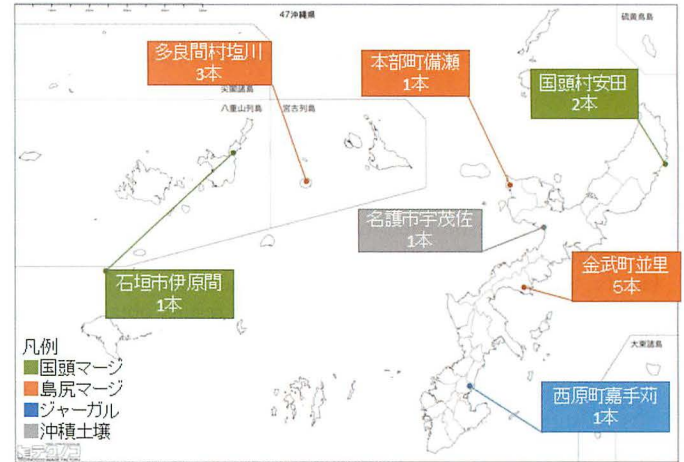


図2 サンプルの採取地と本数

## III 結果及び考察

### 1. 設定したサンプルの推定樹齢と採取高直径との関係

本研究では合計 14 本のサンプルが採集できた。各サンプルの採取高直径や実測した年輪数の最小値から設定した推定樹齢などについては表 1 の通りである。全サンプルの採取高直径と各サンプルの最小年輪数で設定された推定樹齢を Excel に入力してグラフに表わすと図 3 のような散布図となった。図 3 に近似曲線を追加すると、全サンプルの採取高直径に対する最小年輪数で設定された推定樹齢の関係は次式の通りである(図 4)。

$$\text{推定樹齢(年)} = (3.4908 \times \text{採取高直径}) - 11.538$$

$$(R^2 = 0.9716)$$

両者の相関係数は 0.97 と高く、この式を用いれば、一応の目安として樹齢を推定する事ができると考えられる。

### 2. 設定した推定樹齢と平田式計算値との比較

採取高直径とサンプルの推定樹齢と平田式計算値との差、そして求められた近似曲線を図 4 に示した。平田式計算値との差は平均 27.8 年となった。これを見ると、採取高 10cm 付近では平田式計算値との差は 10 年以内と小さい。また、近似曲線の相関関数は 0.7 とそこまで高いわけではないが、一応の目安として用いると、採取高直径 73cm で平田式計算値との差は 10 年以内に収まる事となる。採取高直径 60cm 以上のサンプルがないため推測の域を出ないが、採取高 20~30cm の直径が 10cm 以下と 70cm 以上のものに対して、平田式は 10 年以内の誤差で有効なのではないかと考えられる。

しかし、現サンプルにおいて採取高直径 20cm 以上のものは平田式との差が大きく、平田式の修正が必要と思われた。そこで、現サンプルから得られた 1cm 当たり平均年輪



数を利用して平田式に準じた樹齢推定式を求めた。サンプルの1cm当たりの平均年輪数は平均6.2本であるため、樹齢推定式を次式の通りとした。

$$\text{推定樹齢(年)} = \text{採取高直径(cm)} \div 2 \times 6.2 \text{ (本)}$$

この樹齢推定式計算値とサンプルから得られた推定樹齢との差は図5の通りとなった。推定樹齢とは最大で17.4年の差が生じ、全平均は7.7年となった。全てのサンプルが10年以内の差に収まったわけではないが、採取高20~30cmの直径56cm以内のフクギに関しては、1cm当たりの平均年輪数を6.2本とした樹齢推定式が有効である可能性がある(図6)。

### 3. 土壌別の比較

平田式計算値の差や1cm当たり平均年輪数を土壌別のサンプルに分けて比較すると、表2の通りである。平田式計算値との差の平均が最も大きい土壌はジャーガルであり、次いで島尻マーヅ、沖積土壌、そして国頭マーヅとなっている。また、1cm当たりの平均年輪数に関しても、沖縄地域で最も肥沃度の高い土壌であるジャーガルの1cm当たりの平均年輪数が少なく、これに対して最も肥沃度の低い国頭マーヅの1cm当たりの平均年輪数が多い傾向にある。1cm当たりの平均年輪数が少ないという事は、1年毎の肥大生長量が大きいという意味であり、土壌の肥沃性がフクギの年輪形成に影響を与えているのではないかと考えられる。ただし、各土壌のサンプルは10本以下であり、ジャーガルや沖積土壌に関しては1本しかないため、今後サンプル数を増やすことで、土壌別の年輪の特徴を見つけることができるのではないかと考えられる。

### 4. 地域に対応したフクギの樹齢推定式—多良間村のサンプルを事例に—

採取地別に各サンプルの髄から1本目の年輪までの幅、それに1本目から2本目の年輪まで幅を加えた長さ、更に2本目から3本目の年輪幅を加えた長さ等を測定した年輪幅累加値をExcelでグラフ化すると、多良間村のサンプルの年輪幅累加値(表3)に関しては一貫したグラフが現れた。図7を見ると、それぞれ推定樹齢は異なるが、特に樹齢20年付近まで、一定の生長をしている事がわかる。グラフ上で近似曲線を追加すると、各サンプルの年輪幅累加値の関係は次式のような(図8)。

$$\text{年輪幅累加値(cm)} = [0.1583 \times \text{年輪数(本)}] - 0.2399 \quad (R^2 = 0.9819)$$

両者の相関関数は0.98と高い値となった。年輪幅累加値はその年輪数、つまりその樹齢時における地上高20~30cmの樹幹の半径と等しい。年輪幅累加値を地上高20~30cmの半径として、地上高20~30cmの半径に対する年輪数との関係を上記の式を変形して求めると次のようになる。

$$\text{年輪数(本)} = [6.317 \times \text{地上高20~30cmの半径(cm)}] + 1.152$$

この式で導かれた年輪数を推定樹齢とすると、次式が成り立つ。

$$\text{推定樹齢(年)} = [6.317 \times \text{地上高20~30cmの半径(cm)}] + 1.152$$

以降、この式を多良間式と称す。この多良間式を用いることで、多良間村のフクギに対応した樹齢の推定が可能だと考えられる。

その他の採取地に関しては、サンプル数が少なく比較が困難である事、またサンプル数があっても年輪幅累加値に一貫性が見られない事などから、今後も年輪の再解析など、更に調査が必要となるだろう。

表1 採取したサンプルの情報

採取地	採取日	土壌	立地	採取高/cm	採取高直径/cm	採取高周長/cm	髄の位置	推定樹齢/年	平田式計算値/年	平田式との差/年	1cm当たり平均年輪数
国頭村安田	2013/11/4	国頭マーヅ	屋敷林	30.0	8.7	25.8	中央	31.0	34.8	3.8	7.1
金武町並里	2013/7/22	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	10.9	34.3	中央	37.0	43.6	6.6	6.8
多良間村塩川	2013/7/11	島尻マーヅ	御嶽	30.0	22.6	70.9	中央	56.0	90.2	34.2	5.0
国頭村安田	2013/10/27	国頭マーヅ	屋敷林	40.0	25.0	73.4	北東寄り	75.0	99.8	24.8	6.0
西原町字嘉手苅	2013/7/2	ジャーガル	屋敷林	20.0	26.5	83.3	中央	66.0	106.0	40.0	5.0
金武町並里	2013/7/22	島尻マーヅ	屋敷林	80.0	27.0	84.8	南寄り	79.0	108.0	29.0	5.9
多良間村仲筋	2013/10/8	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	30.3	95.0	北寄り	92.0	121.0	29.0	6.1
多良間村仲筋	2013/10/8	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	32.6	102.4	北寄り	93.0	130.4	37.4	5.7
名護市宇茂佐	2013/8/14	沖積土壌	屋敷林	20.0	33.5	105.3	西寄り	107.0	134.0	27.0	6.4
石垣市伊原間	2013/7/19	国頭マーヅ	単木	40.0	39.1	122.7	北寄り	133.0	156.2	23.2	6.8
金武町並里	2013/8/2	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	41.6	130.7	やや北東寄り	131.0	166.4	35.4	6.3
金武町並里	2013/8/2	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	42.4	133.2	南寄り	137.0	169.6	32.6	6.5
金武町並里	2013/8/2	島尻マーヅ	屋敷林	30.0	51.9	163.1	やや北東寄り	173.0	207.6	34.6	6.7
本部町備瀬	2012/9/30	島尻マーヅ	屋敷林	40.0	56.0	200.0	西寄り	191.0	224.0	33.0	6.8
									全平均	27.9	6.2

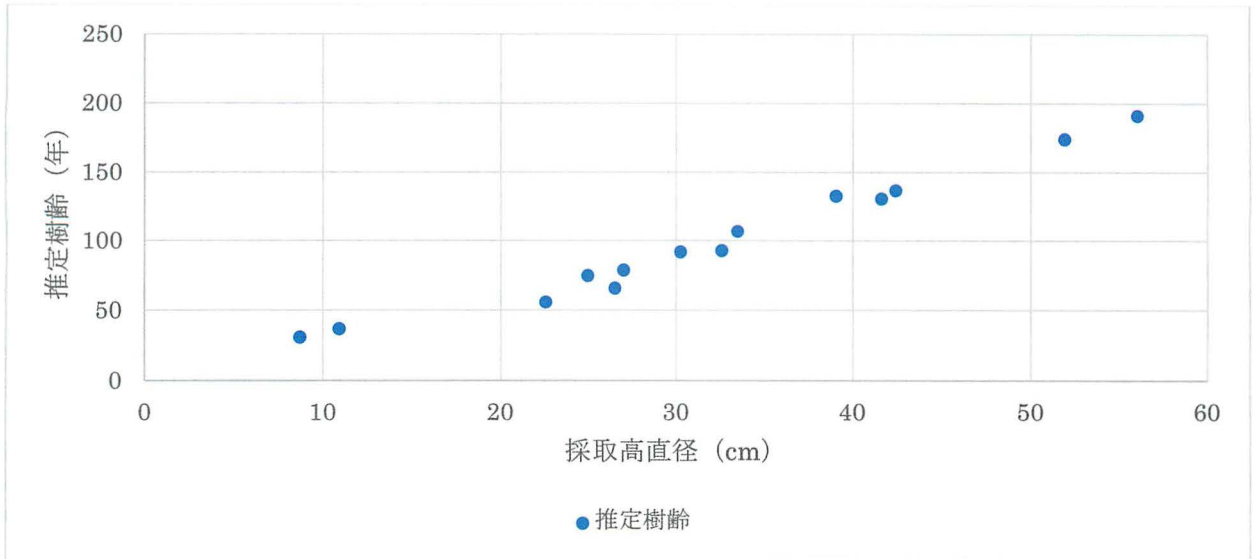


図3 各サンプルの採取高直径に対する最小年輪数 (推定樹齢)

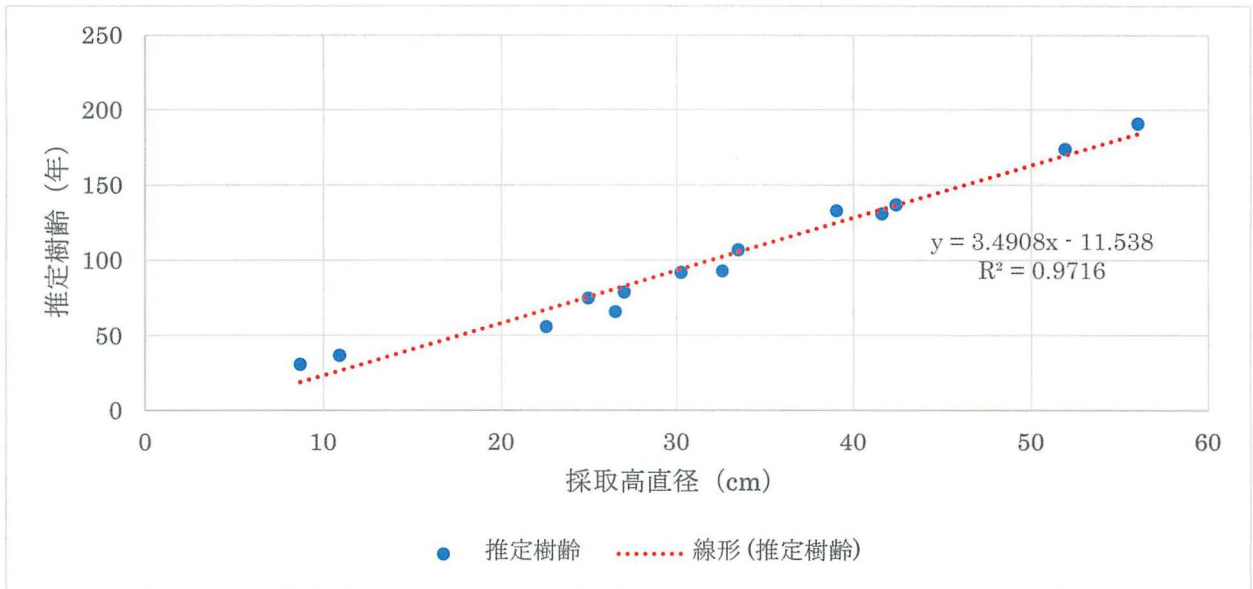


図4 サンプルの採取高直径と推定樹齢の関係

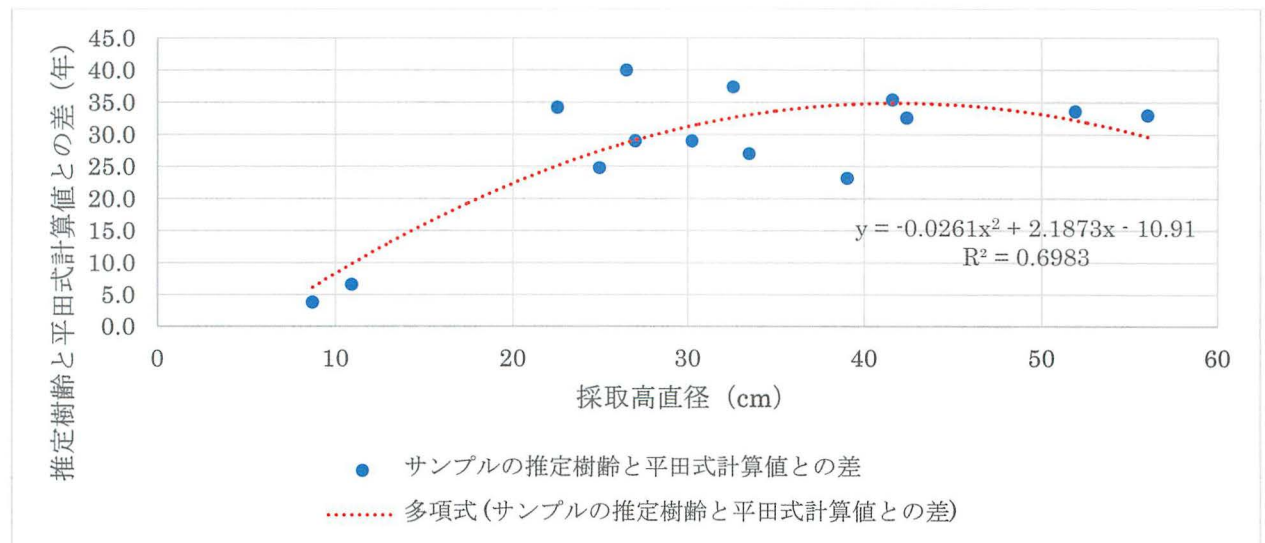


図5 推定樹齢と平田式計算値との差

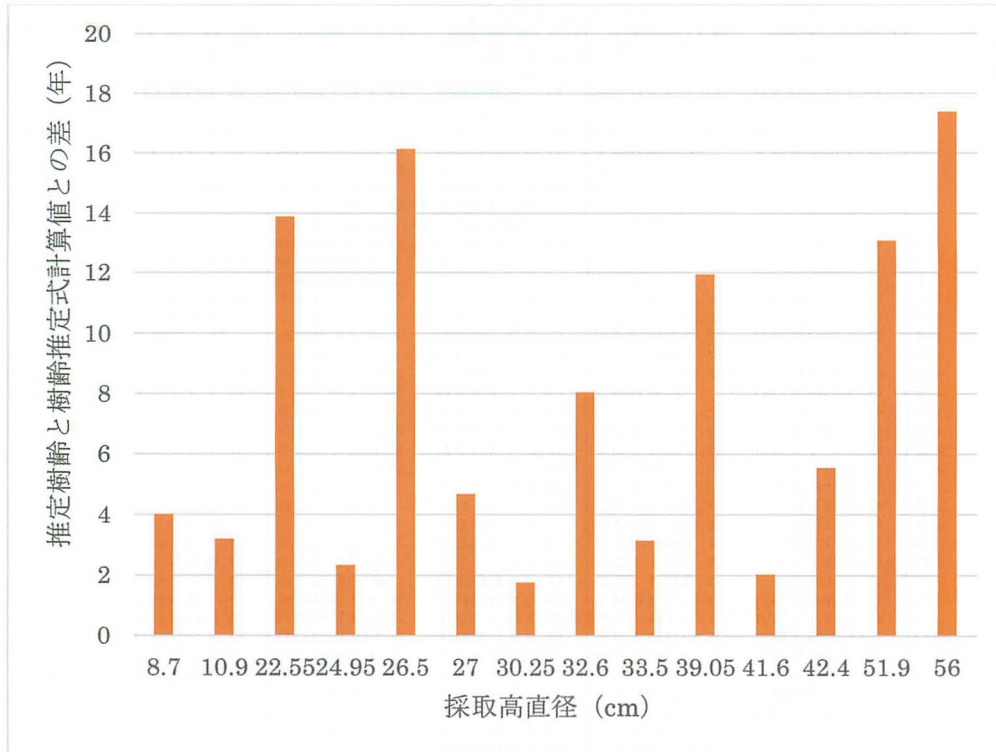


図6 推定樹齢と樹齢推定式計算値との差

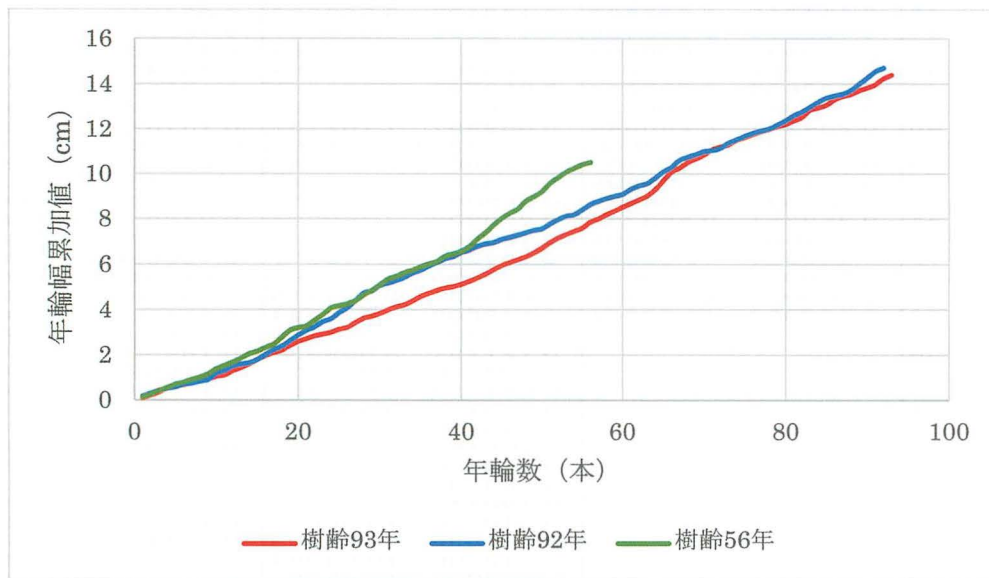


図7 多良間村サンプルの年輪幅累加値の比較 (1)

表2 土壌別のサンプル情報

	平田式計算値との差 (年)	平均年輪幅 (cm)	平均年輪数 (1cm当たり)
島尻マーヅ	28.2	0.162	6.3
国頭マーヅ	17.3	0.151	6.7
ジャーガル	40	0.2	5
沖積土壌	27	0.156	6.4

表3 多良間村サンプルの年輪幅実測値と年輪幅累加値

年輪数	塩川樹齡 56年年輪 幅実測 /cm	塩川樹齡 56年累加 /cm	仲筋樹齡 92年年輪 幅実測 /cm	仲筋樹齡 92年累加 /cm	仲筋樹齡 93年年輪 幅実測 /cm	仲筋樹齡 93年累加 /cm
1	0.123426	0.123426	0.152802	0.152802	0.104103	0.104103
2	0.123426	0.246852	0.133034	0.285837	0.12798	0.232083
3	0.159701	0.406553	0.122614	0.408451	0.122996	0.35508
4	0.132457	0.53901	0.096033	0.504484	0.198594	0.553673
5	0.143617	0.682626	0.062891	0.567376	0.07578	0.629453
6	0.092513	0.775139	0.116885	0.68426	0.047272	0.676725
7	0.123426	0.898565	0.053907	0.738167	0.103996	0.780721
8	0.108283	1.006847	0.085352	0.82352	0.099717	0.880438
9	0.146274	1.153121	0.076368	0.899888	0.051998	0.932436
10	0.228862	1.381983	0.289811	1.189699	0.124351	1.056787
11	0.139996	1.521978	0.117144	1.306843	0.055328	1.112115
12	0.149458	1.671436	0.194468	1.501311	0.184417	1.296532
13	0.179625	1.851062	0.072016	1.573327	0.14252	1.439052
14	0.188688	2.039749	0.071876	1.645203	0.16079	1.599842
15	0.120266	2.160015	0.135439	1.780642	0.194042	1.793884
16	0.161829	2.321844	0.226802	2.007444	0.180188	1.974072
17	0.158356	2.4802	0.211326	2.218771	0.127719	2.10179
18	0.299629	2.779829	0.162282	2.381052	0.108723	2.210513
19	0.305149	3.084978	0.238765	2.619817	0.217908	2.428421
20	0.111783	3.196761	0.244075	2.863893	0.170437	2.598858
21	0.083773	3.280535	0.211326	3.075219	0.123268	2.722126
22	0.246852	3.527387	0.152736	3.227955	0.122904	2.84503
23	0.255875	3.783262	0.229104	3.45706	0.075634	2.920663
24	0.283787	4.067049	0.13097	3.58803	0.080776	3.001439
25	0.092973	4.160022	0.274357	3.862387	0.137086	3.138525
26	0.091113	4.251136	0.211327	4.073713	0.085088	3.223613
27	0.143617	4.394753	0.316026	4.38974	0.207991	3.431604
28	0.244938	4.639691	0.323567	4.713306	0.193811	3.625415
29	0.204784	4.844475	0.103321	4.816628	0.094541	3.719957
30	0.25166	5.096135	0.242581	5.059209	0.122995	3.842952
31	0.240531	5.336666	0.098829	5.158038	0.15134	3.994292
32	0.128521	5.465187	0.112306	5.270344	0.137655	4.131947
33	0.158084	5.623271	0.143822	5.414166	0.089939	4.221886
34	0.112545	5.735816	0.179746	5.593912	0.166055	4.387941
35	0.155078	5.890895	0.130275	5.724187	0.194328	4.582269
36	0.12062	6.011515	0.188888	5.913075	0.142128	4.724397
37	0.111399	6.122914	0.162282	6.075357	0.122995	4.847391
38	0.228862	6.351776	0.163273	6.23863	0.109134	4.956525
39	0.103431	6.455207	0.094764	6.333394	0.066179	5.022704
40	0.111015	6.566222	0.175198	6.508592	0.094541	5.117245
41	0.199276	6.765498	0.112396	6.620987	0.132696	5.249941
42	0.330593	7.096091	0.153	6.773987	0.151267	5.401208
43	0.273966	7.370057	0.104196	6.878184	0.165448	5.566656
44	0.337637	7.707694	0.058572	6.936756	0.198538	5.765193
45	0.298629	8.006322	0.135439	7.072195	0.179629	5.944822
46	0.234221	8.240544	0.089957	7.162152	0.137817	6.082639
47	0.187322	8.427866	0.098932	7.261084	0.123267	6.205906
48	0.344288	8.772154	0.112665	7.373749	0.137086	6.342992
49	0.204784	8.976938	0.103711	7.47746	0.170438	6.51343
50	0.227549	9.204487	0.062891	7.540351	0.194328	6.707758
51	0.359251	9.563738	0.220303	7.760654	0.246941	6.954699
52	0.261663	9.825401	0.188888	7.949542	0.199043	7.153743
53	0.240531	10.06593	0.157228	8.106771	0.156066	7.309808
54	0.170081	10.23601	0.072016	8.178787	0.142519	7.452328
55	0.163932	10.39994	0.215628	8.394415	0.137086	7.589413
56	0.100067	10.50001	0.229809	8.624224	0.264758	7.854172
57			0.143821	8.768045	0.148433	8.002605
58			0.121291	8.889337	0.184599	8.187204
59			0.104196	8.993533	0.16079	8.347994
60			0.091624	9.085157	0.179692	8.527686
61			0.220121	9.305278	0.161829	8.689515
62			0.145496	9.450774	0.15193	8.841445
63			0.105161	9.555934	0.170437	9.011882
64			0.240786	9.79672	0.274335	9.286217
65			0.283582	10.0803	0.392376	9.678593
66			0.198117	10.27842	0.387736	10.06633
67			0.310258	10.58868	0.189083	10.25541
68			0.148856	10.73753	0.241128	10.49654
69			0.112306	10.84984	0.17024	10.66678
70			0.13097	10.98081	0.174966	10.84175
71			0.058572	11.03938	0.2364	11.07815
72			0.085823	11.1252	0.123268	11.20141
73			0.242749	11.36795	0.096414	11.29783
74			0.143751	11.5117	0.198762	11.49659
75			0.158826	11.67053	0.11968	11.61627
76			0.134841	11.80537	0.14252	11.75879
77			0.103323	11.90869	0.126134	11.88493
78			0.089957	11.99865	0.108826	11.99375
79			0.179745	12.1784	0.127719	12.12147
80			0.181088	12.35948	0.085611	12.20708
81			0.225017	12.5845	0.166055	12.37314
82			0.166213	12.75071	0.143068	12.5162
83			0.215814	12.96653	0.322689	12.83889
84			0.225732	13.19226	0.104958	12.94385
85			0.175428	13.36769	0.122995	13.06685
86			0.094445	13.46213	0.232829	13.29968
87			0.08086	13.54299	0.161829	13.4615
88			0.166455	13.70945	0.081602	13.54311
89			0.284293	13.99374	0.165516	13.70862
90			0.270468	14.26421	0.118272	13.82689
91			0.287538	14.55175	0.15134	13.97823
92			0.148244	14.69999	0.260033	14.23827
93					0.165515	14.40378

注：年輪幅測定は最小年輪数を記録した測線上の年輪を利用した。

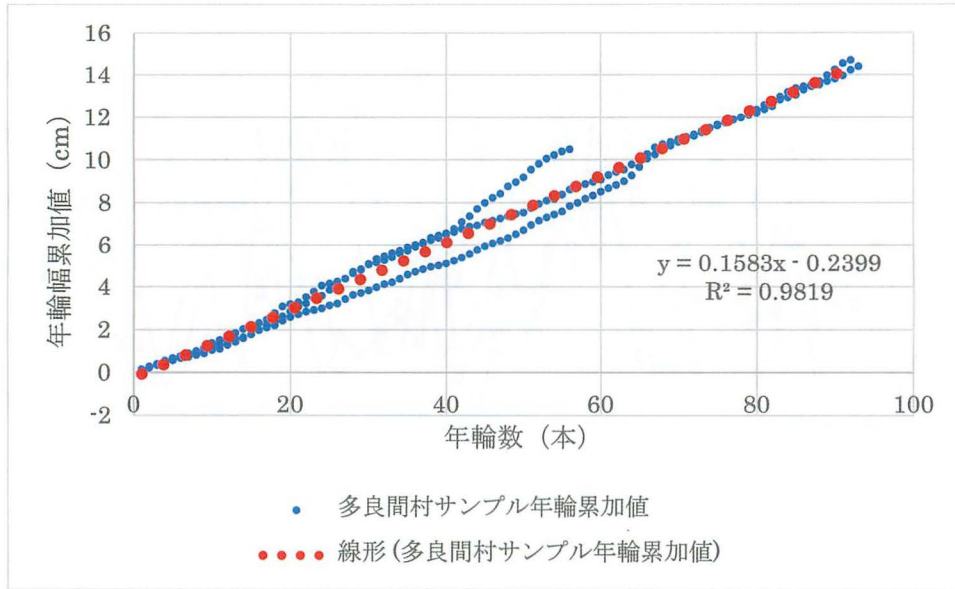


図8 多良間村サンプルの年輪幅累加値の比較 (2)

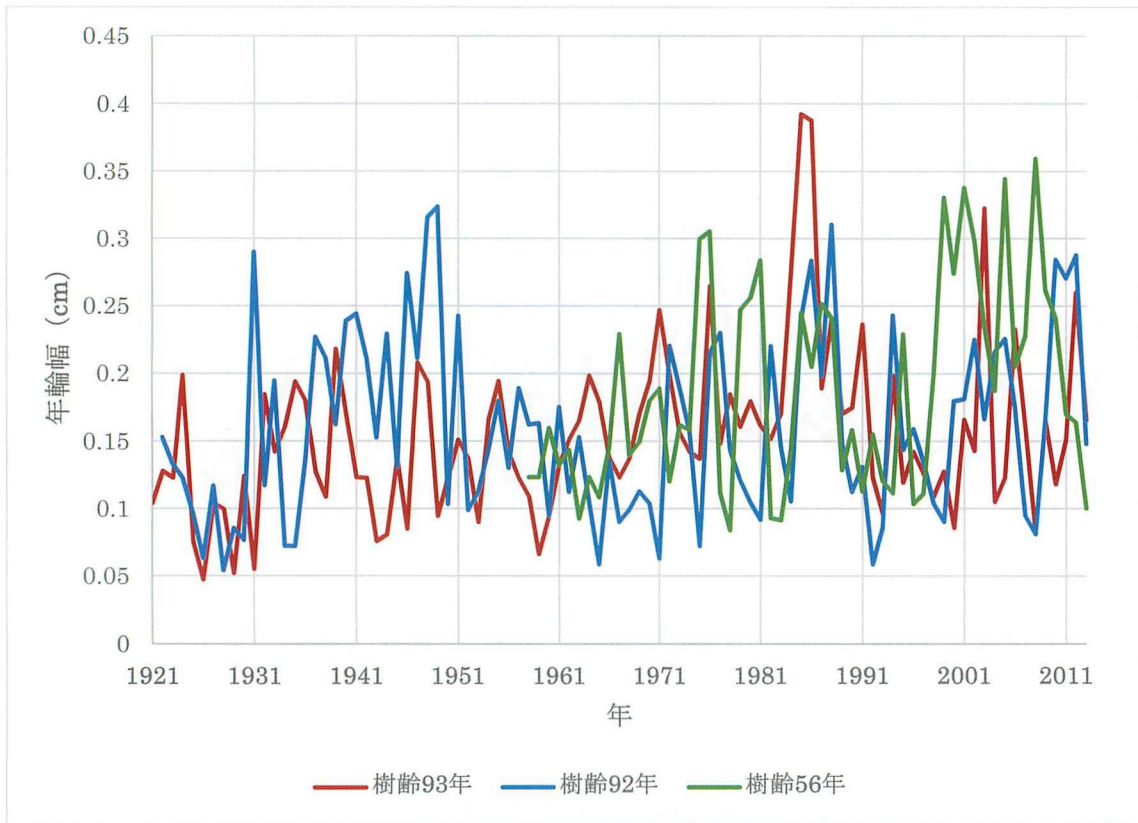


図9 多良間村サンプルの年輪幅変動の比較



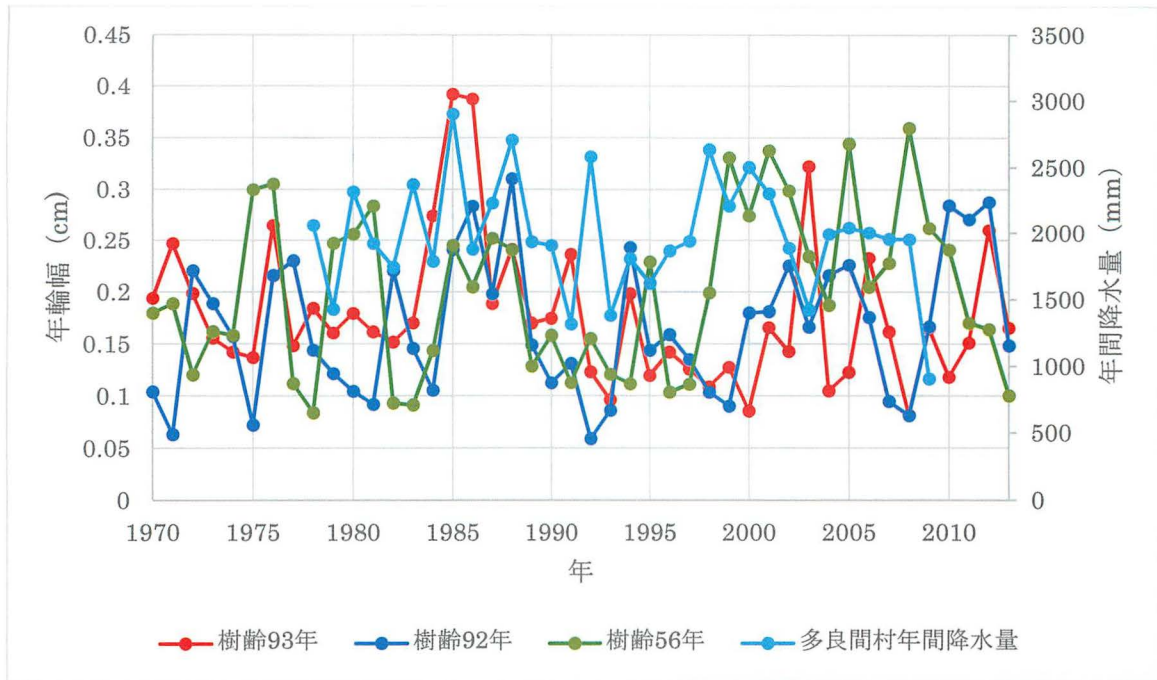


図 10 多良間村サンプルの年輪幅変動と年間降水量との比較  
 注：多良間村の年ごとの値を気象庁ホームページより作成。

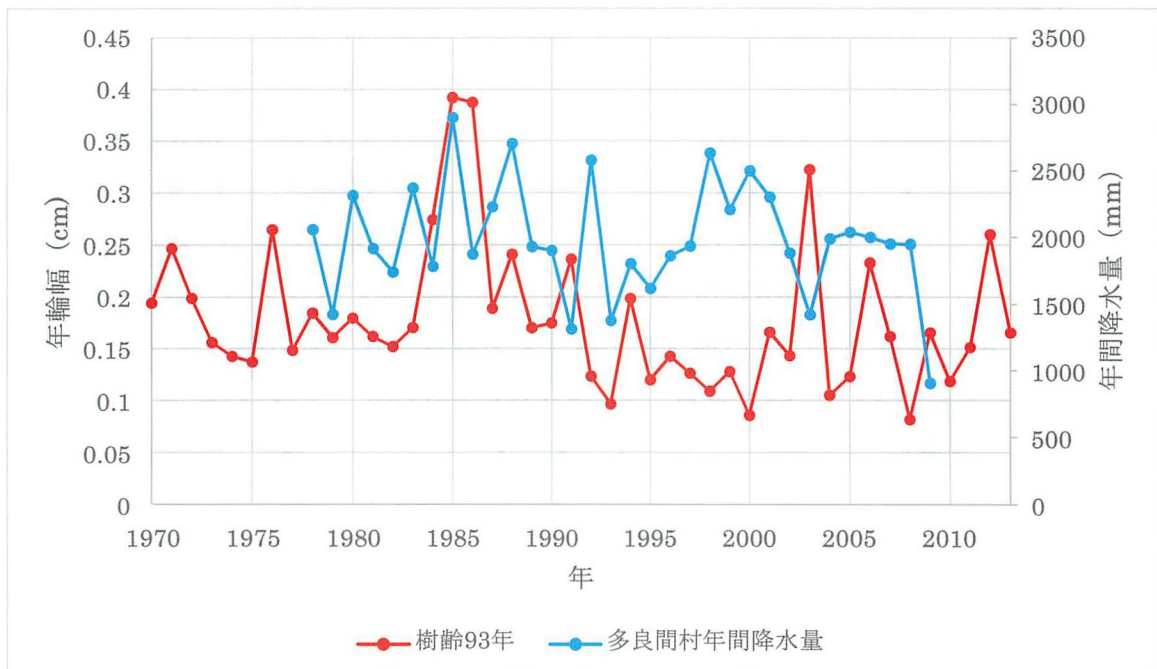


図 11 樹齢 93 年の多良間村仲筋サンプルの年輪幅変動と年間降水量との比較  
 注：多良間村の年ごとの値を気象庁ホームページより作成。

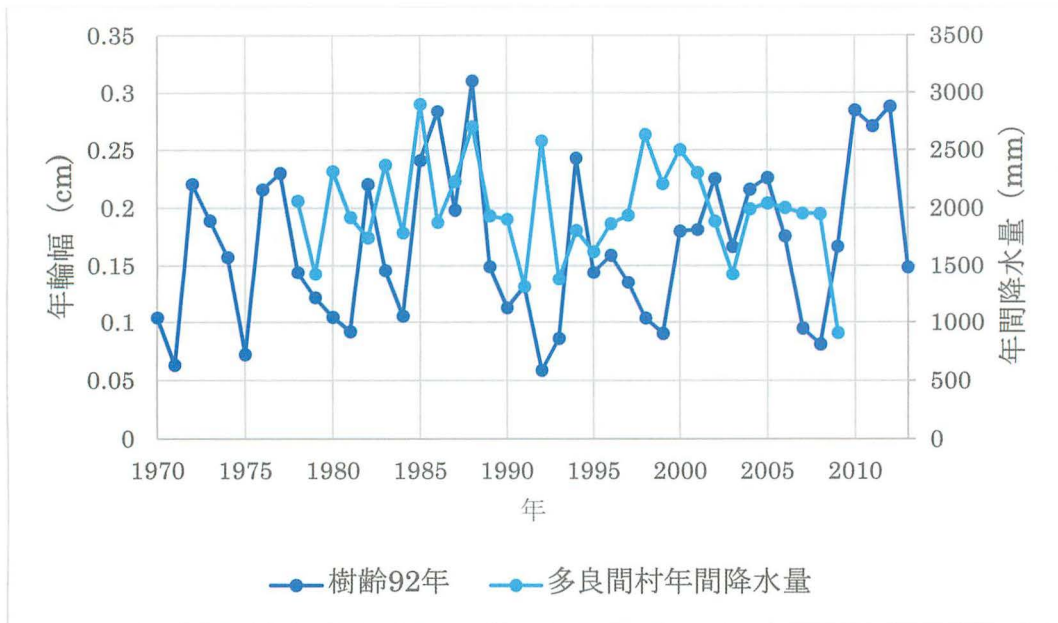


図 12 樹齢 92 年の多良間村仲筋サンプルの年輪幅変動と年間降水量との比較  
注：多良間村の年ごとの値を気象庁ホームページより作成。

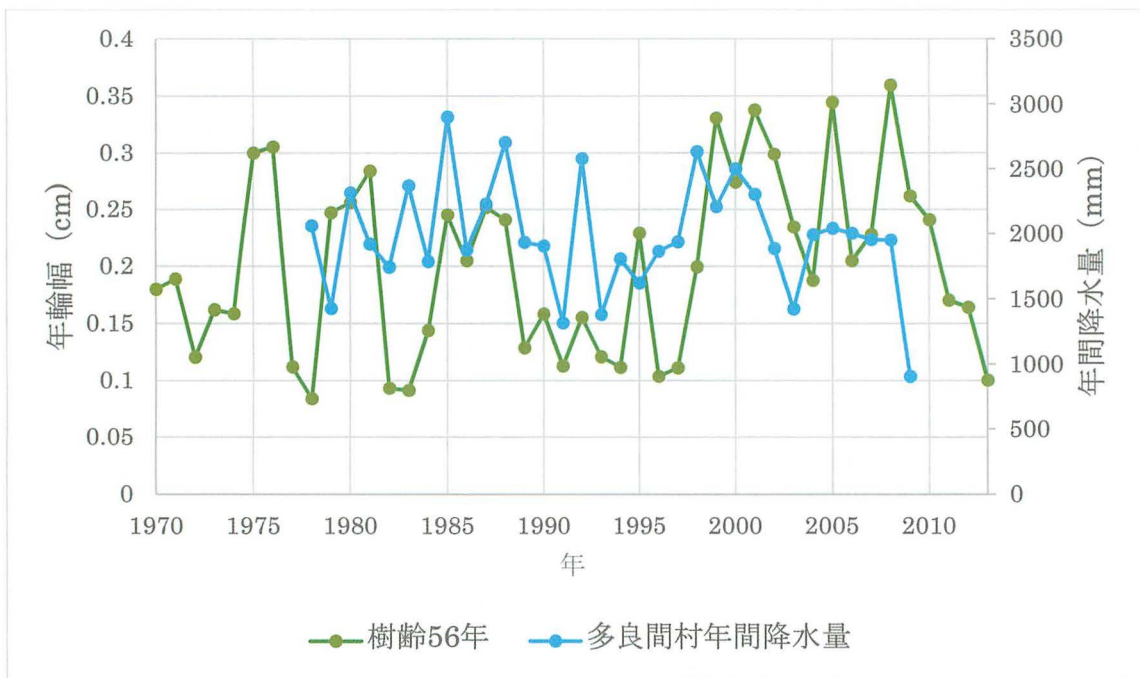


図 13 樹齢 56 年の多良間村塩川サンプルの年輪幅変動と年間降水量との比較  
注：多良間村の年ごとの値を気象庁ホームページより作成。

5. 年輪幅変動と自然的因子

多良間村のサンプルから読み取った年輪幅の累加値が一貫していたことから、多良間村のサンプルに関してはある程度年輪を読み取れていると仮定して、これらサンプルの年輪幅変動値を比較してみたところ、図 9 のようになった。一見、統一性のないように見えるが、年輪幅変動の傾向が一致している年代が随所に在る事がわかる。

フクギの年輪幅の変動に影響を与える因子を探るために、年間降水量や年間平均日照時間の変動を多良間村のサンプルの年輪幅変動と比較した。その結果、多良間村サンプルの年輪幅変動と多良間村の年間降水量の変動はある程度似通っていることが分かった(図 10~13)。変動が完全に一致している

わけではないが、図 10~13 から年間降水量が増加すると年輪幅が広くなるといった傾向がみられる箇所もある事から、その年の降水量がフクギの年輪形成に影響を与えている可能性が考えられる。

IV 結論

本研究では、今回得られたサンプルにより、採取地などの地域性を考慮しない樹齢推定式として、次式の 2 つを算出した。

$$\text{推定樹齢 (年)} = [3.4908 \times \text{採取高 20~30cm の直径 (cm)} - 11.538]$$

$$\text{推定樹齢 (年)} = [\text{採取高 20~30cm の直径 (cm)} \div 2]$$

## ×6.2 (本)

また、平田式に関しては、胸高直径ではなく採取高 20~30cm の直径を用いた場合は、採取高直径 10cm 以下及び 70cm 以上のものに対しては、有効であると推測された。

なぜ、上記の採取高直径では平田式が有効であり、一方で採取高直径 10~70cm の推定樹齢と平田式計算値との差は大きいのか。まず、採取高直径 10cm 以下のフクギの推定樹齢と平田式計算値との差が小さい理由は、フクギは直径 10cm 前後までは伸長生長を優先し、あまり肥大生長を行わないのではないかと考えられる。そしてフクギは採取高直径 10~20cm で、ある程度伸長生長を完了し、肥大生長を盛んに行うようになるため、採取高直径 20cm 以上のサンプルの推定樹齢と平田式計算値との差が大きいのではないかと推測した。図 4 の近似曲線を目安に用いると、採取高直径 40cm 前後までは年間の肥大生長量は増加し続け、その後肥大生長量は減少し始める。そして、採取高直径 70cm 以上になると 1cm 当たりの平均年輪数も 8 本以上となり、再び平田式が有効になるのではないかと考えられる。

しかし、今回は胸高直径とその位置の年輪数を得られるサンプルがなかったため、平田式の有用性については今後も調査が必要である。

多良間村で採取された 3 つのサンプルの年輪幅累加値の変動から、多良間村独自の次式が導き出された。年輪幅累加値は年間降水量の変動と相関関係があると推測された。

$$\text{推定樹齢 (年)} = [6.317 \times \text{地上高 } 20\sim 30\text{cm の半径 (cm)}] + 1.152$$

その他の採取地に対応する樹齢推定式については、現状では算出が困難であるため、多良間式以外の地域性を考慮した樹齢推定式についても、今後の調査が必要である。

しかし、上記の各式は、14 本のサンプルから得られた推定樹齢により導かれたものであるため、サンプル数が増える毎に式の内容が変動していく可能性がある。また、今回設定した推定樹齢は、あくまでサンプルの最小年輪数でしかなく、年輪を正しく解読できていない場合、サンプルの実樹齢とはかけ離れている可能性もある。そのため、フクギの年輪解析の精度が上がるにつれて、今回算出した樹齢推定式の内容が大きく変わる事も考慮する必要がある。

フクギの年輪幅の広狭といった年輪形成に関しては、肥沃度といった土壌の性質や年間降水量が影響を与えるのではないかと推測された。ただし、サンプル数が少ないため、これらの自然的因子が年輪に影響を与えている確証はない。

## V 今後の課題

本研究では、フクギの成長輪と思われるものを年輪と仮定して測定を行った。しかし、秋田県立大学木材高度加工研究所の高田克彦教授によると、顕微鏡では成長輪あるいは年輪らしきものは観察されず、樹木のフェノロジーの観点からフクギが年輪を形成する確証は困難との見方がある。一方で、年間降水量との関係がみられる多良間村のサンプルのように、年輪の存在を伺えるようなサンプルも存在する。フクギの成長輪から導いた樹齢推定式を利用するためにも、フクギが成長輪を 1 年に 1 列形成する確証を得るための研究が必須である。

また、亜熱帯地域では、冬季でも樹木が生長を停止し休眠するほど気温が低下しないことが多い。それ故に、亜熱帯地域においては樹木に年輪のようなものが見られる場合には、それがどのような気候条件で形成されるか検証しなければならない。フクギの成長輪が年輪だと仮定して、気温や降水量といった自然的因子、開花や結実など生理的因子が年輪形成

にどのように作用するのか、その調査も重要である。そしてそれらを加味した上で、沖縄県の各地域や環境に対応した樹齢推定式の考案が必要であると考えられる。

これらの調査を進めるためにも、今後も沖縄県の各地からサンプルを採集する必要がある。特に、地際の直径 40cm 以上のサンプル数は少ないため、積極的な採集が必要である。しかし、地際の直径 40cm 以上のフクギは最低でも樹齢 100 年を超していると推定されるため、フクギの主な利用形態が屋敷林という現状では、立木状態のサンプルの入手は困難である。また、本研究では多良間村のサンプル 3 本で相関を発見できたため、年輪の比較を行うためにも同じ地域から少なくとも 3 本以上のサンプルを採集できる事が望ましい。

サンプル採集に当たって、成長錐の使用により、その効率はさらに上がると思われる。ただし、成長錐を用いた場合にフクギの年輪がどの程度正確に読み取れるか、未解明であるため、その調査も今後の課題といえよう。

## 参考文献

1. 武市伸幸. 2012. 年輪気候学—西南日本におけるその可能性について—. リーブル出版. 高知.
2. 多良間村の年ごとの値. 国土交通省気象庁ホームページ. [http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually\\_a.php?prec\\_no=91&block\\_no=1247&year=&month=&day=&view=](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/annually_a.php?prec_no=91&block_no=1247&year=&month=&day=&view=)
3. 土壌環境班. 沖縄県公式ホームページ. <http://www.pref.okinawa.jp/arc/cn26/pg260.html>
4. 仲間勇策. 2013. フクギ (福木) の木は不思議な木. 知の源泉〜やわらかい南の学と思想 5. 沖縄タイムズ社. 沖縄. pp122-135.
5. 仲間勇策. 2012. 島社会の森林と文化. 琉球書房. 沖縄.
6. 平田永二. 2006. 老齢フクギの樹齢の推定について. 沖縄のフクギ (福木) を考える. 沖縄県緑化推進委員会. 沖縄. pp41-46.
7. 渡辺新一郎. 1999. 巨樹と樹齢. 立木を測って年輪を知る樹齢推定法. 新風舎. 東京.

## 謝辞

フクギの円盤サンプルの採取に当たっては、多くの方々のご協力とご支援をいただいた。とくに琉球大学農学部亜熱帯フィールド科学教育センター技官の安里昌弘さんには、サンプル採取と円盤作成で大変お世話になった。その他、八重山森林組合の皆様、金武町教育委員会社会教育課の皆様、本部町備瀬区長には、円盤採取の便宜を図っていただいた。これらの方々に心からお礼申し上げます。

要旨：平田(2006)により DBH を利用したフクギの樹齢推定式が提案されたが、平田式の算出に用いたサンプル数は少なく採取地も限定しているため、沖縄全域のフクギに対応する確証は得られていない。そこで本研究では、平田式の改良や環境に対応したフクギの樹齢推定式の検討を目的とした。調査方法として、沖縄県の複数地域からフクギの円板サンプルを採集し、得られたサンプルの推定樹齢と平田式による計算値との比較を行った。

沖縄本島、多良間村、石垣市伊原間から合計 14 本のサンプルが採集できた。今回得られたサンプルから、一般的な樹齢推定式として、次の 2 つの式が算出できた。

$$\text{推定樹齢 (年)} = [3.4908 \times \text{採取高 } 20\sim 30\text{cm の直径 (cm)}] - 11.538$$

$$\text{推定樹齢 (年)} = [\text{採取高 } 20\sim 30\text{cm の直径 (cm)} \div 2] \times 6.2 \text{ (本)}$$

平田式に関しては、胸高直径ではなく採取高 20~30cm の



直径を用いた場合は、採取高直径 10cm 以下及び 70cm 以上のものに対しては、誤差 10 年以内で有効であると推測された。採取高直径 10~70cm の範囲の推定樹齢と平田式計算値との差は大きかった。その理由はその範囲内では肥大生長が盛んになるためと考えられる。

全サンプルの 1cm 当たりの平均年輪数は 6.2 本であるため、平田式に則り「採取高の半径×6.2」で樹齢を推定して平田式計算値との比較を行った。その結果、平均 9.6 年の差で収まり、特に直径約 40cm 以内のもの

とすることが可能だと考えられる。

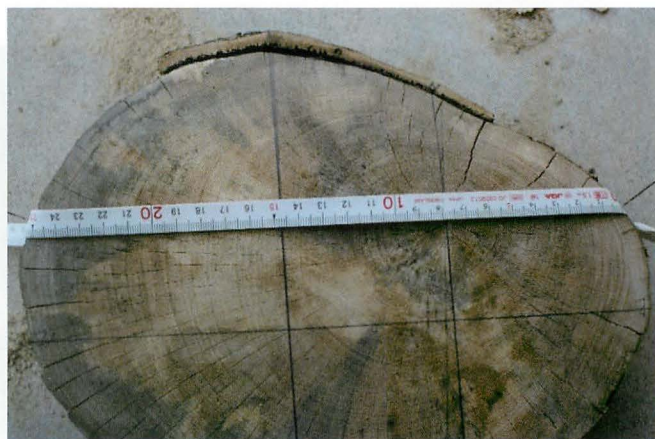
多良間村で採取された 3 つのサンプルの年輪幅累加値の変動から、多良間村独自の次式が導き出された。年輪幅累加値は年間降水量の変動と相関関係があると推測された。

$$\text{推定樹齢 (年)} = [6.317 \times \text{地上高 } 20\sim 30\text{cm の半径 (cm)}] + 1.152$$

参考資料：採取したフクギの円盤サンプル。



サンプル 1 国頭村安田 推定樹齢 31 年



サンプル 4 国頭村安田 推定樹齢 75 年



サンプル 2 金武町並里 推定樹齢 37 年



サンプル 5 西原町嘉手苺 推定樹齢 66 年



サンプル 3 多良間村塩川 推定樹齢 56 年



サンプル 6 金武町並里 推定樹齢 79 年





サンプル 7 多良間村仲筋 推定樹齢 92 年



サンプル 11 金武町並里 推定樹齢 131 年



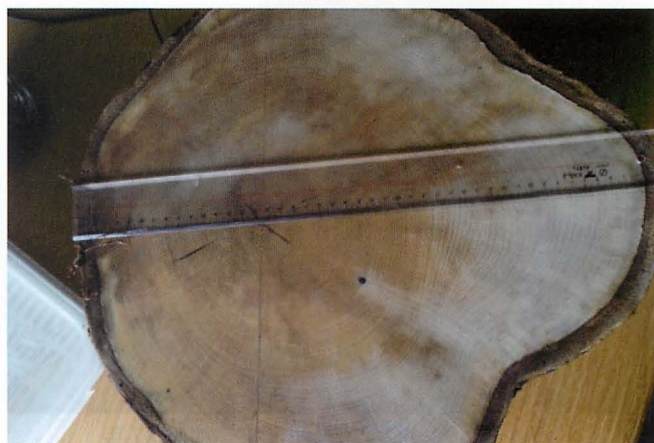
サンプル 8 多良間村仲筋 推定樹齢 93 年



サンプル 12 金武町並里 推定樹齢 137 年



サンプル 9 名護市宇茂佐 推定樹齢 107 年



サンプル 13 金武町並里 推定樹齢 173 年



サンプル 10 石垣市伊原間 推定樹齢 133 年



サンプル 14 本部町備瀬 推定樹齢 191 年