

研 究 報 告

No.40

平成9年度

(1997年)

沖 縄 県 林 業 試 験 場

〒905-0012 沖縄県名護市字名護3626番地

TEL. 0980-52-2091

FAX. 0980-53-3305

目 次

研究報告

県産材の材質特性研究	1
—リュウキュウマツ丸棒加工材の強度的性質—	嘉手畑 幸 男
夏季におけるニオウシメジの計画栽培について	8
	比 嘉 孝
ニオウシメジ栽培における根基形成の誘引操作について	13
	比 嘉 孝
傾斜栽培によるニオウシメジの形状誘導について	17
	比 嘉 孝
ヒスマツタケ <i>Agricus blazii</i> 栽培の覆土について	22
—覆土2系統とヒスマツタケの収量について—	比 嘉 孝
沖縄島北部森林流域における森林流出水の水質について	26
	渡 部 賢 作
防風林の造成技術に関する研究 (II)	39
—風洞実験による防風林模型の減風効果—	平 田 功 山 野 井 克 巳 河 合 英 三

調査報告

久米島のリュウキュウマツの衰退原因と対策について	53
	寺 園 隆 一 生 沢 均 仲 榮 真 盛 長 具 志 堅 允 一

資 料

熱帯産タケ類 (巨竹) のタケノコ生産技術	65
	生 沢 均
主要造林樹種の育苗技術の確立	74
—ニッケイ、タイワンオガタマの挿木試験—	近 藤 博 夫 平 田 功
オオバコーサリ (<i>Eucalyptus robusta</i> SM) 挿木増殖試験	83
	近 藤 博 夫

研 究 報 告

No.40

平成 9 年度

(1997 年)

沖 縄 県 林 業 試 験 場

〒 905-0012 沖 縄 県 名 護 市 字 名 護 3626 番 地

TEL. 0980 - 52 - 2091

FAX. 0980 - 53 - 3305

目 次

研究報告

県産材の竹質特性研究	1
—リュウキュウマツ丸棒加工材の強度的性質—	嘉手刈 幸 男
夏季におけるニオウシメジの計画栽培について	8
	比 嘉 享
ニオウシメジ栽培における原基形成の誘引操作について	13
	比 嘉 享
傾斜栽培によるニオウシメジの形状誘導について	17
	比 嘉 享
ヒメマツタケ <i>Agricus blazei</i> 栽培の覆土について	22
—覆土2系統とヒメマツタケの収量について—	比 嘉 享
沖縄島北部森林流域における森林流出水の水質について	26
	漢 耶 賢 作
防風林の造成技術に関する研究 (II)	39
—風洞実験による防風林模型の減風効果—	平 田 功 山野井 克 巳 河 谷 英 二

調査報告

久米島のリュウキュウマツの衰退原因と対策について	53
	寺 園 隆 一 生 沢 均 伊 榮 真 盛 長 具 志 堅 允 一

資 料

熱帯産タケ類 (巨竹) のタケノコ生産技術	65
	生 沢 均
主要造林樹種の育苗技術の確立	74
—ニッケイ、タイワンオガタマの挿木試験—	近 藤 博 夫 平 田 功
オオバニーカリ (<i>Eucalyptus robusta</i> SM) 挿木増殖試験	83
	近 藤 博 夫

県産材の材質特性研究

—リュウキュウマツ丸棒加工材の強度的性質—

嘉手刈 幸 男

1 はじめに

沖縄県における森林地域は、沖縄県北部地域と八重山地域に偏っており、その所有形態は公有林が高い比率を占めている。林業生産活動の中心地域である北部地域（やんばる）の森林資源は約4,760千 m^3 で資源構成は、広葉樹が3,615千 m^3 （76%）、針葉樹が1,145千 m^3 （24%）となっており、針葉樹の大部分がリュウキュウマツである¹⁾。

リュウキュウマツはその木目の美しさから、特に家具類、内装用壁材、造作用集成材、及び工芸材に用いられ、非常に需要の大きな樹種である。しかしながら、辺材部分を中心として青変菌（ブルーステイン）の汚染を非常に受けやすく²⁾、汚染材は用材としての利用価値が著しく低下し矢板、杭等の低利用に留まることから、利用加工の面からは取り扱いに十分に注意を要する樹種である。

このため、リュウキュウマツ材の新たな需要拡大と、汚染材の利用開発を推進することを目的として、リュウキュウマツ材を用いた木製防護柵横ビーム材（木製ガードレール）としての曲げ強度性能を評価するために、マツ丸棒加工材の曲げ強度試験を行った。

今回、試験を行うにあたり、リュウキュウマツ丸棒加工材の提供をいただいた、名護林業生産加工販売協同組合に厚くお礼申し上げます。

2 材料と方法

1) 供試材

供試材は、北部地域産のリュウキュウマツ丸太（樹齢25～35年生）から採材した200mm角の正角材で、仕上がり含水率20%～30%を目標に人工乾燥処理を行った材を用いた。その後丸棒加工機により加工処理し直径150mm、材長1970mm～2110mmの材を用いた。

2) 材質の調査項目

供試材の年輪数、材長、試験時の比重、含水率、平均年輪幅、干割れ率、節径比率、重量、入皮、割れ幅、割れ深さを測定した。

このうち、干割れ率は、丸棒加工材面に現れているすべての割れを測定し材長に対する比率で表すとともに、最大割れ幅と最大割れ深さも同時に測定した。節径比率は丸太材面に現れた節の和をその材面に対する百分率で示した。

また、比重、含水率、平均年輪幅は曲げ破壊試験後に厚さ20mmの円盤を採取して、それぞれを測定した。

3) 曲げ試験

曲げ強度試験には森試験機（容量10ton f）を用いて、図-1に示すように支点間距離を1800mm、荷重点間距離1000mmの等分布荷重による曲げ試験を行った。加圧荷重は4ton/m、更に一部の丸

研 究 報 告

太においては5ton/mまで荷重を加え(写真-1)、たわみ量を測定し、荷重-たわみ曲線を求めた。曲げ試験における荷重速度は0.75 mm/minで行った。曲げ試験における荷重条件は、昭和47年、社団法人日本道路協会発行の防護柵設置要綱(壁型剛性防護柵)を用いた。この要綱によれば、荷重条件は直線区間では横方向に1ton/m、曲線区間で2ton/mと規定されている。等分布による曲げ試験後に、支点間距離は同一にして、中央集中荷重による曲げ試験を行い、中央部のたわみ量を測定しながら破壊まで荷重を加え、曲げヤング係数、曲げ破壊係数、曲げ比例限度を求めた。破壊した試験体の破壊状況は、欠点調査表に記して破壊の状況を調査した。

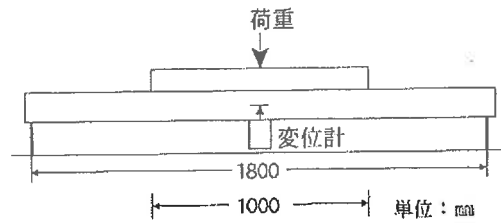


図-1 等分布荷重による試験方法

3 結果と考察

1) 供試丸太の外観的特性

表-1に試験時の丸棒加工材の年輪数、材長、比重、含水率、平均年輪幅、干割れ率、節径比率、割れ幅、割れ深さの外観的特性を示した。

供試材は、いずれも芯持ち材であり年輪数は31~11の範囲で、平均値は20、変動係数28%。材長は1970mm~2110mmの範囲で、平均値は2034mm、変動係数2.6%。比重は0.80~0.55の範囲で、平均値は0.69、変動係数10.1%。含水率は46%~18%の範囲内で、平均値は23%、変動係数28.7%を示し、一部に含水率の高い供試材が見られた。平均年輪幅は10.6mm~3.2mmの範囲内で、平均値は5.7mm、変動係数30.5%。干割れ率は44.1%~55%の範囲内で、平均値は247.7%で、変動係数44.2%。節径比率は4.3%~0.4%で、平均値は2.25%で、変動係数53.3%。割れ幅は6mm~1mmの範囲内で、平均値は2.45mmで、変動係数43.7%。割れ深さは50mm~10mmの範囲内で、平均値は29mmで、変動係数46.2%であった。特に干割れ率、節径比率、割れ幅、割れ深さ等で供試材間で値のバラツキが大きい傾向を示した。

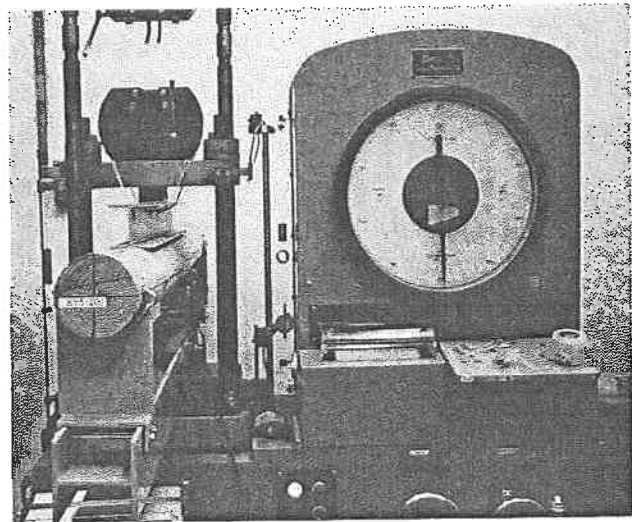


写真-1 曲げ試験状況

表-1 供試丸太の外観的特性

	年輪数	材長 mm	試験時 比重	含水率 %	平均年 輪幅mm	千割れ 率 %	節径比 率 %	試験時 重量kg	割れ幅 mm	割れ深さ mm
平均値 Ave	20.0	2033.7	0.69	23.1	5.67	247.7	2.3	24.9	2.5	29
最大値 Max	31.0	2110	0.80	46.0	10.60	441.0	4.3	28.5	6.0	50
最小値 Min	11.0	1970	0.55	18.0	3.20	55.0	0.4	19.0	1.0	10
標準偏差 S.D	5.6	52.4	0.07	6.62	1.73	109.51	1.2	2.59	1.07	13.4
変動係数 C.V	28.0	2.3	10.1	28.7	30.5	44.2	53.3	10.4	43.7	46.2

2) 等分布荷重による曲げ試験

表-2に4ton/m、表-3に5ton/mまで加重を加え1ton、2ton、3ton、4ton、5ton時点における、供試材中央部のたわみ量を示した。また、図-2、図-3にそれぞれの荷重-たわみ曲線を示した。

4ton/mまで荷重を加えた供試木においては、荷重が増加するにつれたわみ量も増加した。各供試木間では、たわみ量の増加とともにバラツキの増加も見られるが、いずれの供試木においても等分布による曲げ破壊を起こすことなく十分な強度を示した。さらに、5ton/mまで荷重を加えた供試木においても、同様にたわみ量の増加およびバラツキが生じたが、曲げ破壊の発生は見られなかった。このことから、防護柵設置要綱の基準値を十分に満足する値を示しており、リュウキュウマツ丸棒加工材を用いた木製ガードレルとしての利用が可能である。

また、強度的性質においては、リュウキュウマツ以上に曲げヤング率、曲げ強さの大きい樹種が報告されており³⁾、今後これらの樹種の利用も期待される。

3) 中央集中荷重による曲げ試験

曲げ強度性能として、試験時における破壊荷重、曲げ強度、曲げヤング係数、曲げ比例限度を表-4に示した。試験時における曲げ強度性能では破壊荷重は4800 kgf/cmf~2550 kgf/cmfの範囲で平

表-2 たわみ量 (4ton/m)

	単位: mm			
	1ton時の たわみ量	2ton時の たわみ量	3ton時の たわみ量	4ton時の たわみ量
平均値 Ave	5.18	10.5	16.2	23.3
最大値 Max	7.1	14.8	23.8	34.6
最小値 Min	3.98	7.81	11.8	16.2
標準偏差 S.D	1.05	2.16	3.56	5.86
変動係数 C.V	20.27	20.57	21.98	25.15

表-3 たわみ量 (5ton/m)

	単位: mm				
	1ton時の たわみ量	2ton時の たわみ量	3ton時の たわみ量	4ton時の たわみ量	5ton時の たわみ量
平均値 Ave	5.03	10.5	16.4	23.1	33.2
最大値 Max	5.5	11.8	18.9	27.5	40.2
最小値 Min	4.24	8.9	13.7	18	25.6
標準偏差 S.D	0.56	1.23	2.14	3.9	5.98
変動係数 C.V	11.13	11.71	13.05	16.88	18.01

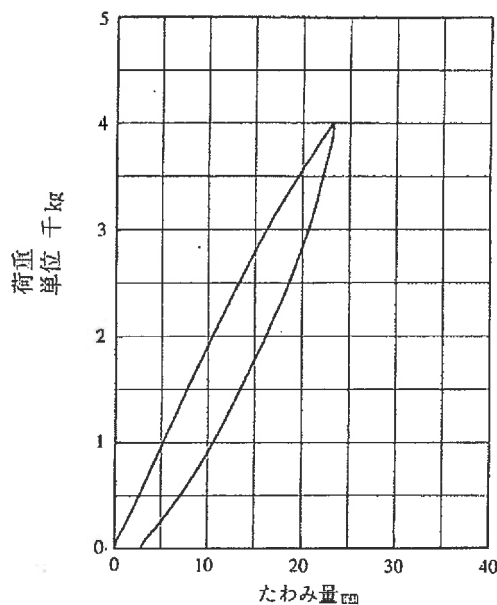


図-2 等分布荷重による荷重-たわみ曲線 (4ton/m)

均値は3490 kgf/cm²、変動係数18%であった。曲げ強度は652 kgf/cm²～346 kgf/cm²の範囲で平均値は474 kgf/cm²、変動係数18%であった。曲げヤング係数は96tonf/cm²～41tonf/cm²の範囲で平均値は65.7tonf/cm²、変動係数23%であった。

曲げ比例限度は407 kgf/cm²～163 kgf/cm²の範囲で平均値は270 kgf/cm²、変動係数21%であった。

破壊した供試体の破壊状況を写真-2に示す。今回の曲げ試験における破壊の状況は、目切れ部分と節周辺における繊維走行の乱れた部分において、ほとんどの破壊が発生した。直接的に節が破壊の原因と見られた破壊状況は少なかった。また、丸太に発生している干割れから直接破壊に結びついた供試丸太は見られなかった。

曲げ強度及び曲げヤング係数について、リュウキュウマツの無欠点小試験片⁴⁾の値と比較検討してみると曲げ強度の値は、小試験片の約50%前後、曲げヤング係数の値は約70%前後とかなり低い値を示している。これらの値の差は、丸太材における繊維走行の傾斜や、含水率の差、年輪幅、節の存在、材面の割れ等⁵⁾が複雑に絡み合うことによるものだと考えられる。このため、実大材における曲げ強度的性質の利用に際しては、十分に留意が必要である。

3) -1強度と材質との関係

試験時比重、含水率、平均年輪幅、干割れ率、節径比率、割れ幅、割れ深さと強度性能との関係を図-4に示した。

曲げ強度と試験時における比重との相関係数は0.627、含水率では0.557、平均年輪幅では0.546とかなり相関関係があることが示された。節径比率、干割れ率においては弱い相関関係が認められた。割れ

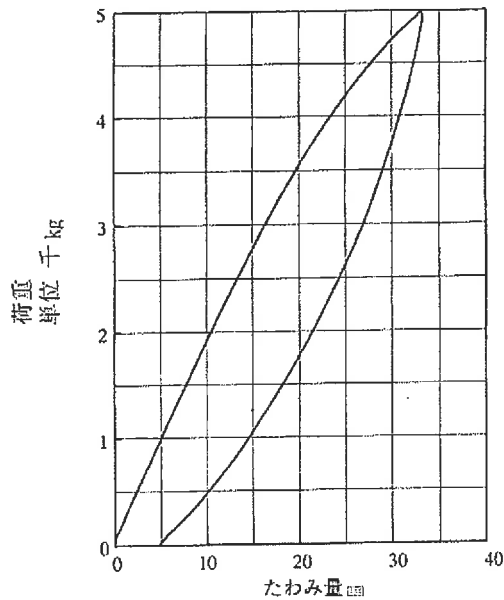


図-3 等分布荷重による荷重-たわみ曲線 (5ton/m)

表-4 中央集中荷重による曲げ強度性能

	破壊荷重 kgf	曲げ強さ kg/cm ²	曲げヤング 係数 ton/cm ²	曲げ比例 限度 kg/cm ²
平均値 Ave	3487.5	473.85	65.65	270.4
最大値 Max	4800	652	96	407
最小値 Min	2550	346	41	163
標準偏差 S.D	636	86.5	15.4	56.4
変動係数 C.V	18.2	18.3	23.5	20.9

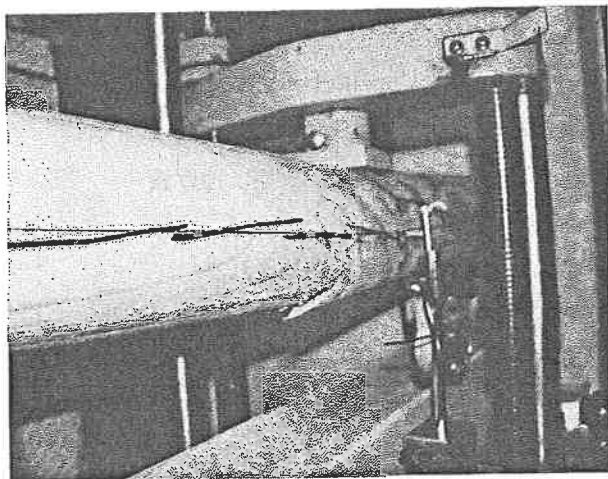


写真-2 供試木の破壊状況

幅、割れ深さとの相関関係は全く認められなかった。また、曲げヤング率と材質との相関関係においても同様な傾向が認められた。

これらの結果より、リュウキュウマツ丸棒加工材の曲げ強度に影響を与える材質としては、比重、含水率、平均年輪幅の相関が高かった。

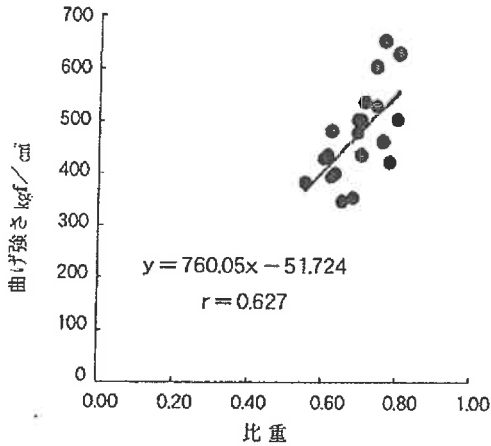


図-4-1 比重と曲げ強さの関係

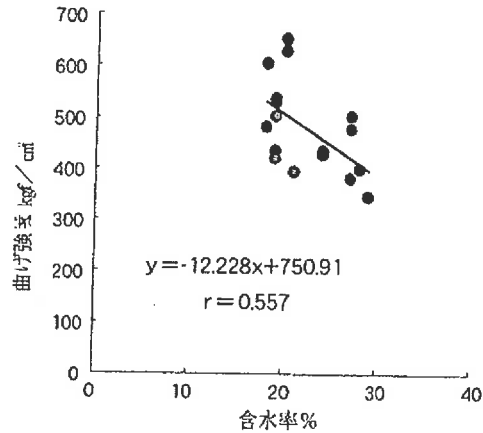


図-4-2 含水率と曲げ強さの関係

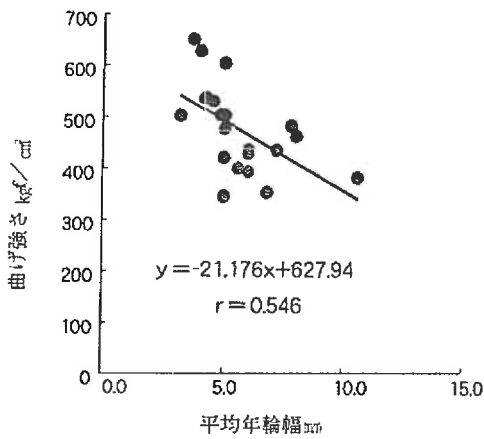


図-4-3 平均年輪幅と曲げ強さの関係

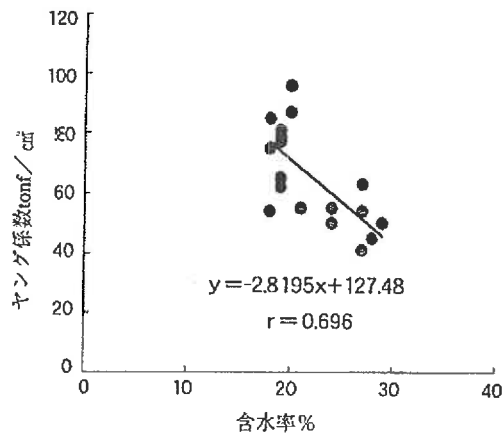


図-4-4 含水率とヤング係数との関係

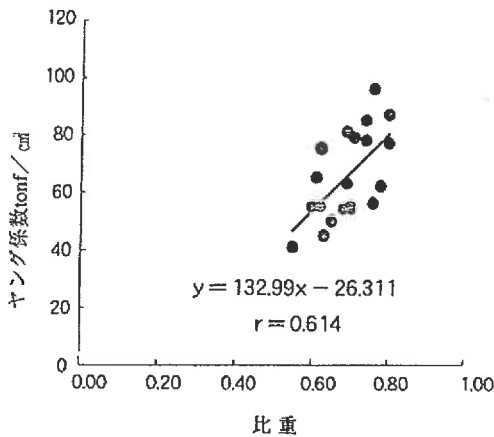


図-4-5 比重とヤング係数との関係

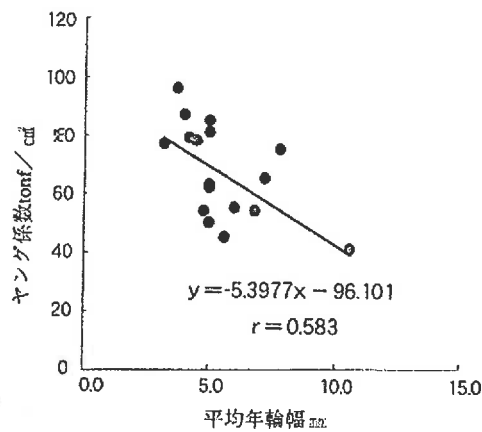


図-4-6 平均年輪幅とヤング係数の関係

3) -2 曲げヤング率、曲げ強さ、曲げ比例限度との関係

曲げヤング率、曲げ強さ、曲げ比例限度との関係を図-5に示した。

曲げ強さと曲げ比例限度との相関係数は0.916、曲げヤング率と曲げ強さとの相関係数は0.890、曲げヤング率と曲げ比例限度との相関係数は0.852となり高い相関関係が認められた。

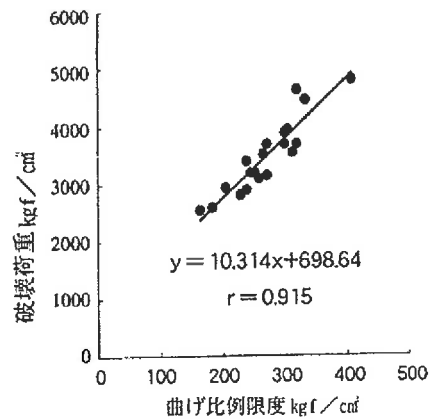


図-5-1 曲げ比例と破壊荷重の関係

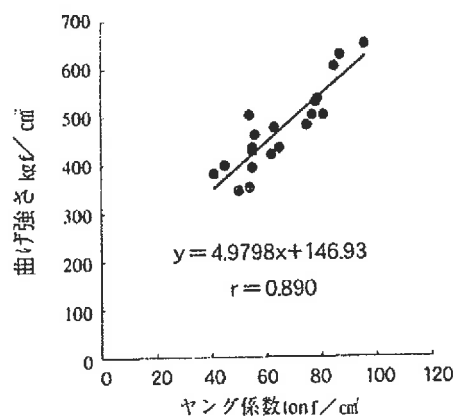


図-5-2 ヤング係数と曲げ強さの関係

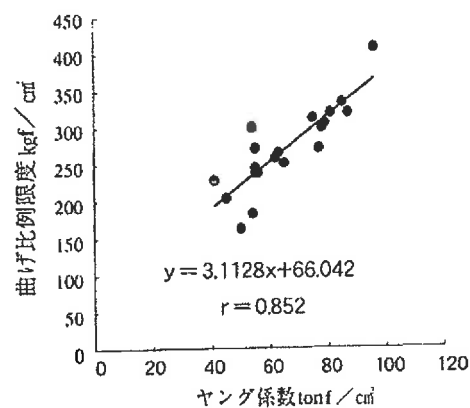


図-5-3 ヤング係数と曲げ比例限度との関係

4. おわりに

リュウキュウマツ丸棒加工材の強度試験を行った結果、次のことがわかった。

- 1) 荷重点間距離1000mmの等分布荷重において、4ton/m及び5ton/mの加重を加えた曲げ試験の結果、曲げ破壊を起こすことは無かった。
- 2) 中央集中荷重による曲げ試験の結果、破壊荷重は4800 kgf/cm²～2500 kgf/cm²の範囲内であった。
- 3) リュウキュウマツ無欠点小試験片の曲げ強度及び曲げヤング係数と比較して、曲げ強度は50%、曲げヤング係数は70%前後の値であった。
- 4) 比重、含水率、平均年輪幅等の材質が、曲げ強度及び曲げヤング率との相関関係に影響を及ぼした。
- 5) 曲げヤング率、曲げ強さ、曲げ比例限度とも、お互いに高い相関関係がある。

引用文献

- 1) 沖縄県林業協会：写真で見るやんばるの森林・林業、P1、1996
- 2) 琉球林業協会：沖縄産有用木材の性質と利用、P32、1985
- 3) 琉球林業協会：沖縄産有用木材の性質と利用、P11、1985
- 4) 琉球林業協会：沖縄産有用木材の性質と利用、P11、1985
- 5) 株式会社産業調査会：木材活用辞典、P118～123、1994

夏季におけるニオウシメジの計画栽培について

比 嘉 享

1. はじめに

野生のニオウシメジ (*Tricholoma giganteum* Masec) は、例年6月から10月にかけて発生する。この時期であれば、簡易な露地栽培であっても計画栽培が可能である。今回は植込時期に間隔を設けて、収穫までの所要日数の特性について調べた。

2. 材料と方法及び結果

1) 菌株と培養、植込後の管理、環境

(1) 菌株は沖縄県林業試験場保存株TG-12¹⁾ (平成元年9月名護市採集) を使用した。

(2) 縦18cm、横45cm、高さ18cmの小型のプランタに3kgの菌体を植菌した。植菌は平成9年6月10日を第1団地として、10日間隔ごとに植菌し、全部で6団地設定した。(写真-1)

(3) 植菌及び覆土後の散水管理については、菌糸の伸長が始まる時期の表土部の乾燥に特に注意した。

(4) 植込後はカンレイシャ (遮光率80~90%) で日光の直射を避けた。更に、ビニルシートをプランターの上部に設け、降雨を避けた。

(5) 覆土の土壌的特徴

鹿沼土を使用した。全ての試験区で施肥はしなかった。

3. 結 果

平成9年6月10日に植菌した第1団地の収穫までの所用日数 (以下「収穫所要日数」とする) は平均35日であった。第2団地以降は表-1と図-1に示すとおりである。第1団地から第4団地までの収穫所用日数は短くなる傾向にあるが、7月20日植菌の第5団地、第6団地は収穫所用日数は長くなる。したがって、計画的な収穫には、7月中旬を分岐点として、植菌の間隔を短くするなどの調整が必要である。

表-1 団地ごとの収穫所要日数

団地名	植込年月日	収穫所用日数	積算温度	日照時間	総収量	平均収量±SD/プランター
第1団地	H.9.6.10	35.0	935.0	225hr	2,717	271±164
第2団地	H.9.6.20	30.8	858.7	220hr	4,428	443±77
第3団地	H.9.7.1	29.7	844.3	246hr	3,135	313±55
第4団地	H.9.7.10	26.6	736.0	223hr	2,200	220±66
第5団地	H.9.7.20	36.0	1006.4	216hr	4,431	443±141
第6団地	H.9.7.30	47.6	1340.1	278hr	2,591	259±46

※ 収量の単位はg



写真-1 プランタへの植菌状況



写真-2 プランター培養器と試験状況

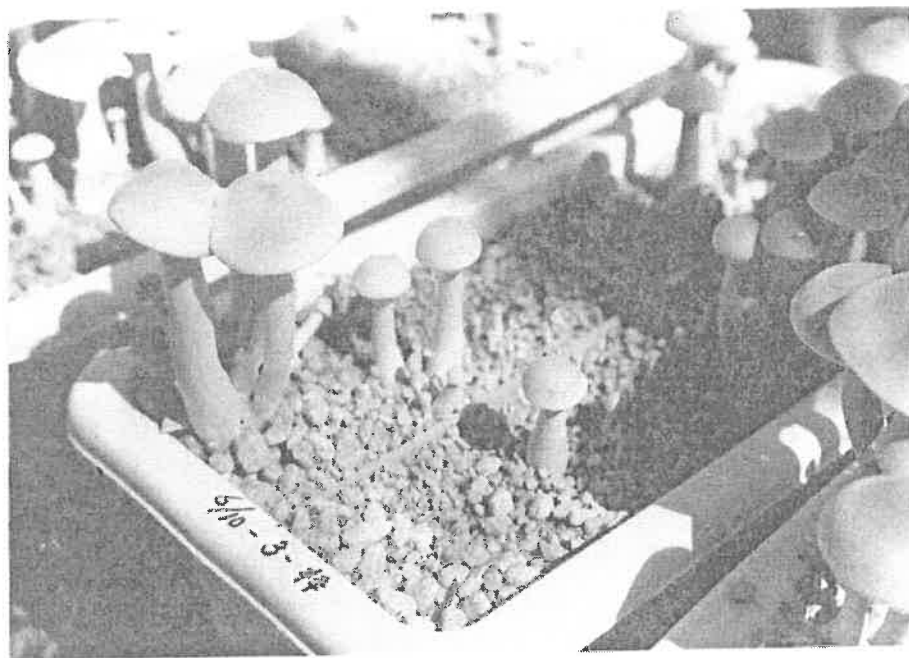


写真-3 発生試験状況

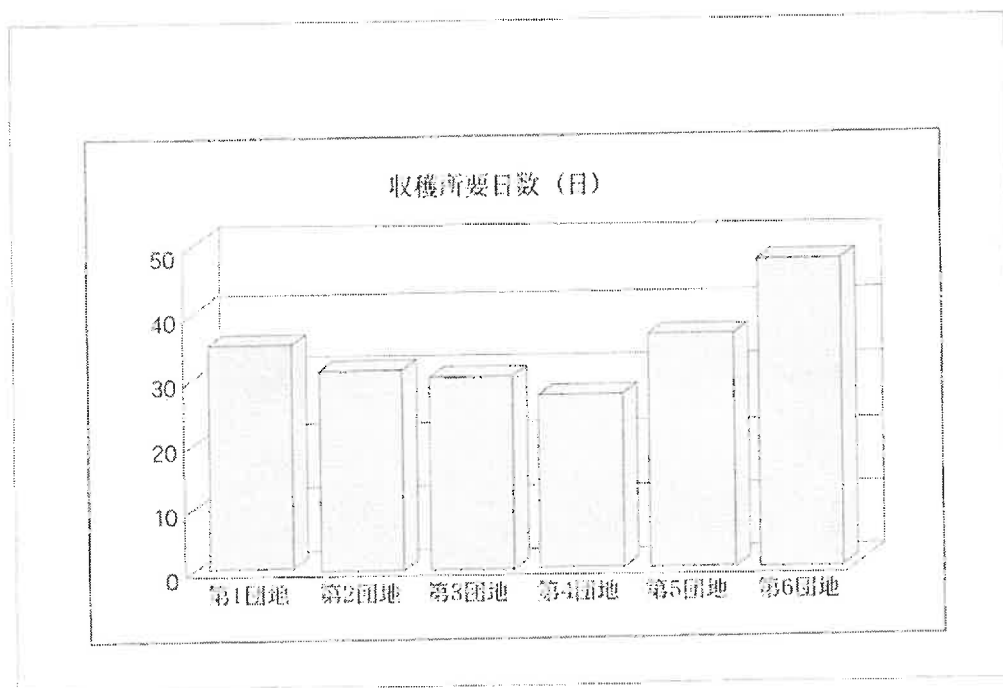
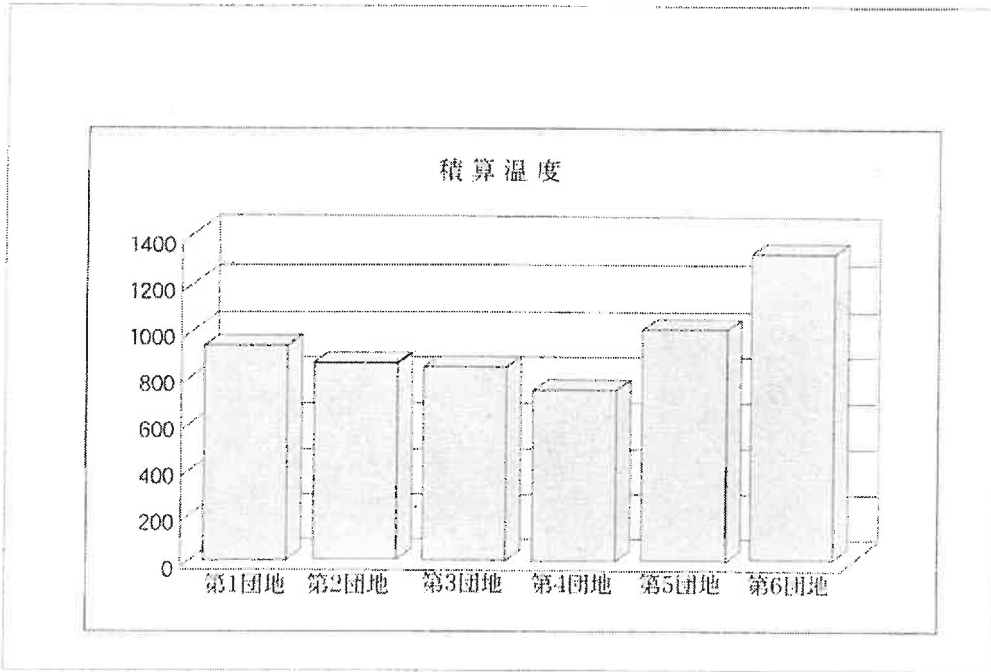
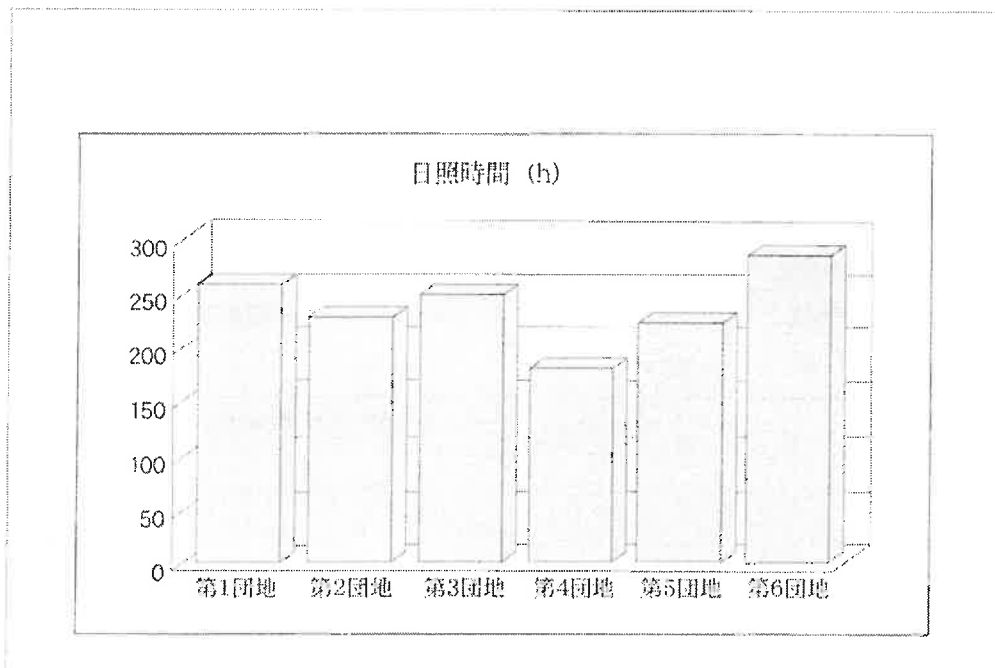


図-1 積込月日と収穫所要日数



図一 2 団地と収穫までの積算温度



図一 3 各団地と日照時間 (hr)

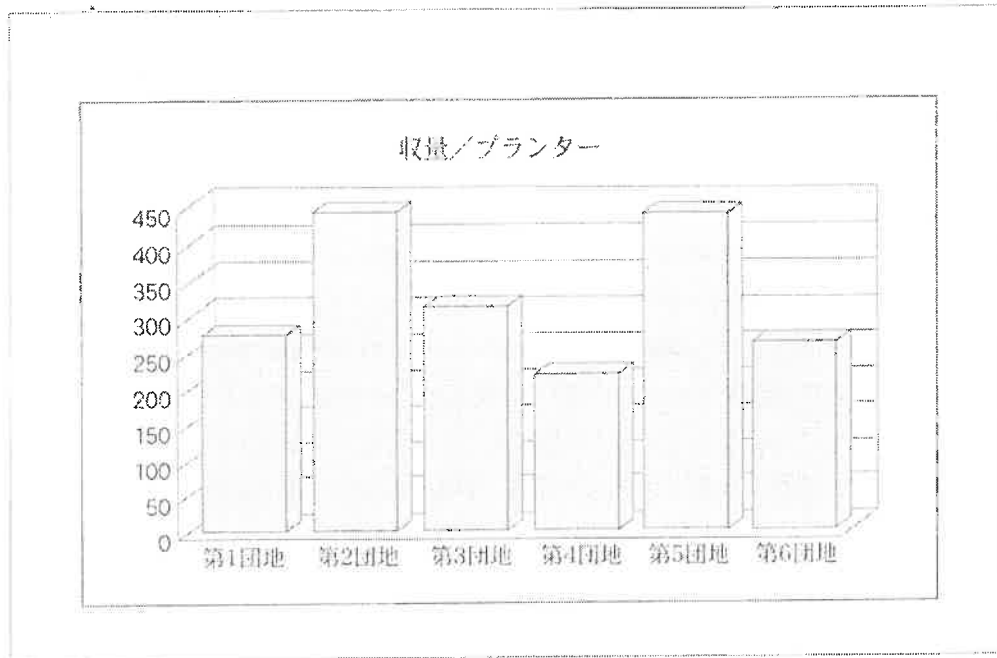


図-4 団地とプランターあたり収量 (g)

2) 播込時期とプランターあたりの収量の関係

播え込み時期と収量の関係は、表-1、表-2及び図-4にしめすとおり、団地間に差が認められた。プランターあたりの平均収量が良好なのは、第2団地と、第5団地であった。両者の共通項は収穫所要日数がそれぞれ30日、35日と接近していることや日照時間が近いこと等があげられるが、積算温度はそれぞれ858時間、1006時間と開きがあり、収量の向上に影響する環境因子の特定はできなかった。

表-2 分散分析結果 (団地ごとの収量)

変動要因	変動	自由度	分散	分散比
団地間	461567.6	5	92313.52	8.839875 ※
誤差	563914.1	54	10442.85	

※) 2.5%レベルで有意

4. まとめ

- ① 6～7月の露地播えであれば、27～48日が収穫所需日数になる。
- ② 得られた収穫所要日数のデータを基にした播え込み時期の転換点は7月中旬である。
- ③ 播え込み時期は比較的平均気温の安定する6～7月に限定したが、収穫所要日数と収穫量に差が生じた。積算温度や日照時間等の環境因子に相関は認められなかった。

ニオウシメジ栽培における原基形成の誘引操作について

比 嘉 亨

1. はじめに

プランターやブロックなどの容器を用いるニオウシメジ (*Tricholoma giganteum* Masec) 栽培では、容器の縁に発生が集中する特徴がみられる¹⁾。覆土とプランターの境界に、原基形成を促す何らかの環境因子がはたらくものと推測される。子実体は縁以外の比較的覆土の中央部にも発生するが、この場合、株の隆起が著しい上に子実体になりきれず菌の塊²⁾のまま終わることもある。

プランターを利用したニオウシメジ人工栽培における収量の向上を図るには、株の隆起を抑えながら原基形成を促す操作が必要となる。今回は、木製の板を用い覆土表面に十字の格子を配置することで縁にあたる発生環境条件を増設し、その発生特性から原基を誘引する操作の可能性について検討した。

2. 方法と材料

- 1) 菌株は沖縄県林業試験場保存株TG-12³⁾ (平成元年9月名護市採集)を使用した。
- 2) 縦18cm、横45cm、高さ18cmの小型のプランタに3kgの菌体を植え込んだ。
植菌月日は平成9年6月10日に設置した第1区の10個のプランター中5個に、原基形成を誘発させる操作として枠をはめ込んで試験区とし、残り5個を対照区とした(写真-1参照)。同じ要領及び規模で、7月1日区、7月10日区を設けた。
- 3) 栽培管理は植込及び覆土後の散水については、特に菌糸の伸長が始まる時期の表土部の乾燥に注意した。
- 4) 植込後はカンレイシャ(遮光率80~90%)で日光の直射を避けた。更に、ビニルシートをプランターの上部に設け、降雨を避けた。
- 5) 覆土の土壌的特徴
全ての試験区で鹿沼土を使用し施肥はしなかった。

3. 結 果

表-1にみるように、6月10日区、7月10日区、7月1日区の順で平均収量で、原基誘引操作の効果が現れた。また、写真-3にみるように、子実体の発生が集中せず分散して発生する傾向がみられた。さらに、株による覆土の隆起も抑える傾向が認められた(写真-5)。

表-1 原基誘発結果(平均収量±SD) 単位: g

	6月10日区	7月1日区	7月10日区
原基誘発操作区	358.5 ± 127.2	328.1 ± 76.5	265.0 ± 46.8
対 象 区	185.0 ± 160.6	298.8 ± 23.3	175.0 ± 52.0

表-2 分散分析結果 (プランタ当たり収量)

変動要因	変動	自由度	分散	F 値
処理	71494.9	1	71494.9	7.0703 ※)
誤差	283134.8	28	10111.9	

※) 2.5%レベルで有意

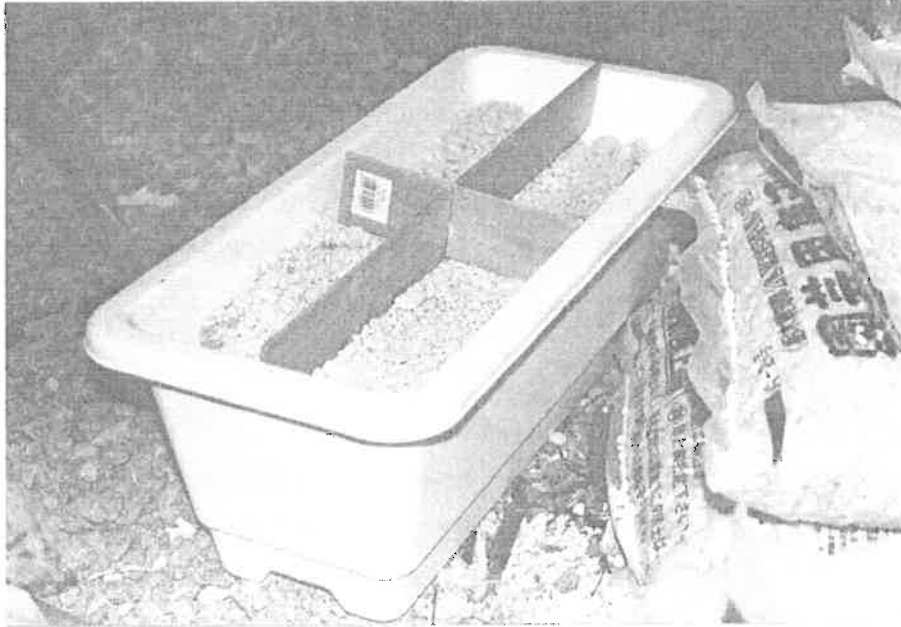


写真-1 原基誘因用の板付の埋め込み状況



写真-2 発生試験状況

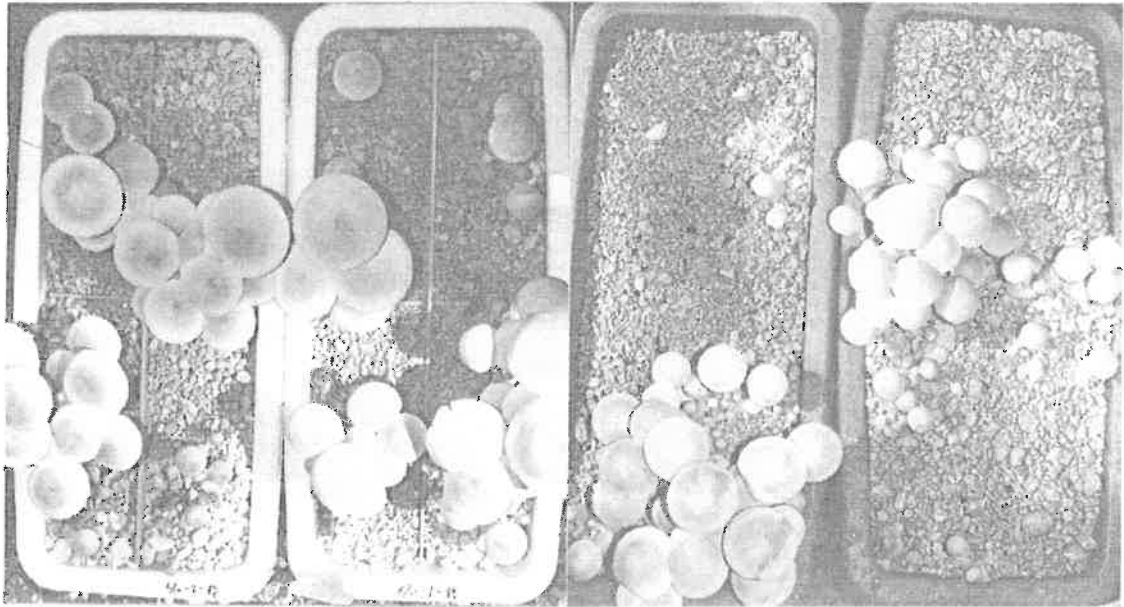


写真-3 発生状況

左側2個のプランタは区切られた4つの枠内に遍りなく子実体の発生が確認できるのに対し、右側2個では発生に偏りがみられる。



写真-4 対照区に観察された発生による発土の隆起

写真-4にみられるように、操作を行わない対照区の発生パターンは、1点に集中するケースが多く、株の隆起も著しい。隆起した株の部分は製品にならないため歩留まり（総収量に占める製品の率）が低下する。

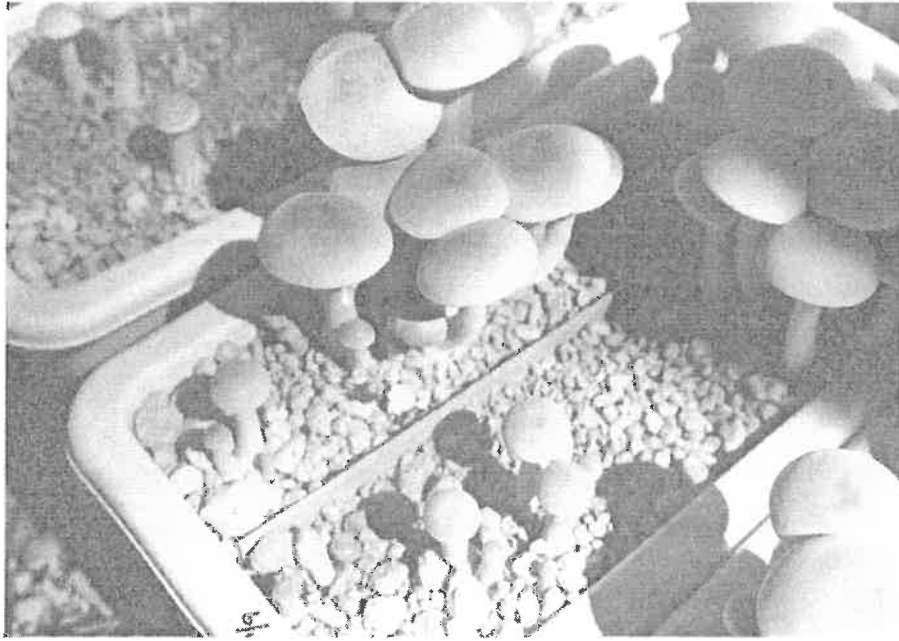


写真-5 試験区における隆起のない子実体の発生

写真-5のように試験区は隆起が起これにくく、子実体自体の歩留まりが向上する。

4. まとめ

今回の取基形成の誘因操作には一定の効果が認められた。すなわち総部分の増設が原形基取の機会を拡大させ、子実体の発生箇所を分散させた。同時に株の隆起を抑制し、子実体の歩留まりを向上させた。

引用文献

- 1) 宮城 健：ニオウシメジの人工栽培化に関する研究、沖縄県林業試験場研究報告（資料）、No.31、63～75、'88
- 2) 比嘉 享：野生きのこ人工栽培技術研究、沖縄県林業試験場研究報告、No.37、27、'94
- 3) 比嘉 享：野生きのこ人工栽培技術研究、沖縄県林業試験場研究報告、No.37、21、'94

傾斜栽培によるニオウシメジの形状誘導について

比 嘉 卓

1. はじめに

アワビタケやヒラタケは、菌床の発生口を上向きにするか、横向きにするかという選択で子実体の形状を中心生か偏心生かのどちらか一方へ誘導している。ニオウシメジ (*Tricholoma giganteum* Masee) の場合、本来中心生である素性に加え栽培形態が主に露地栽培であることから形状の誘導は困難で、子実体はバック詰めの際、傘に変形や亀裂を生じる難点があった。付加価値の高いニオウシメジを指向するには、市販のバック詰めを想定した形状への誘導が必要である。

今回は小型プランターを用い、原基形成が終了した段階で、プランターを傾斜させて子実体の形状を偏心生に近い形に誘導することを試みた。

2. 材料と方法

1) 菌株と培養

- ① 菌株は沖縄県林業試験場保存株TG-12² (平成元年9月名護市採集) を使用した。
- ② 発生容器は縦18cm、横45cm、高さ18cmの小型のプランタを用いた。菌体3kgの積菌を平成9年6月10日に第1区として開始し、その後10日間隔で積菌をずらして試験区を増やした。試験区は全部で6区設定した。(写真-1) なお、一つの試験区は10個のプランタから構成される。

2) 植込後の管理、環境

- ① 栽培管理は植込及び覆土後の散水については、菌糸のほふくが始まる時期の表上部の乾燥に特に注意した。
- ② 植込後はカンレイシヤ (遮光率80~90%) で日光の直射を避けた。更に、ビニールシートをプランターの上部に設け、降雨による必要以上の給水を避けた。
- ③ 覆土の土壌的特徴
鹿沼土を使用した。全ての試験区で施肥はしなかった。
- ④ 傾斜角度は全くもうけない0度区、60度区、70度区の3区を設定した。

3) 結 果

傾斜角度60度区においてすでに子実体の形状に誘導の効果が認められるが(写真-2)、形状の誘導が認められた子実数を全子実体数で除して得た誘導率は、70度区においてほぼ6割(58%)となり、より顕著であった。したがって傾斜角度としては70度が有効と思われる。

表-1 傾斜角度と誘導率 (%)

傾斜角度	誘導率
0	0.0
60	20.4
70	58.0

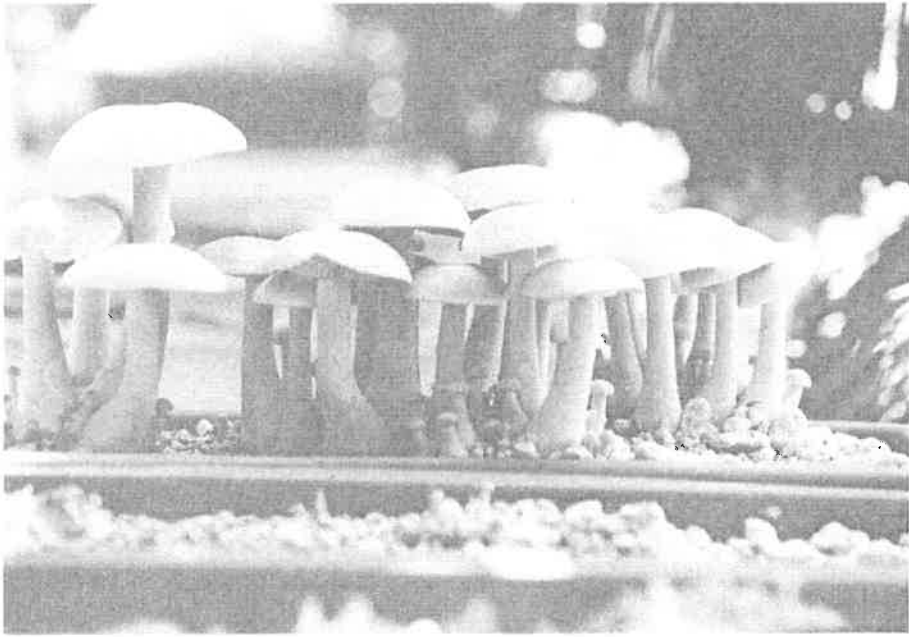


写真-1 通常栽培の子実体形状

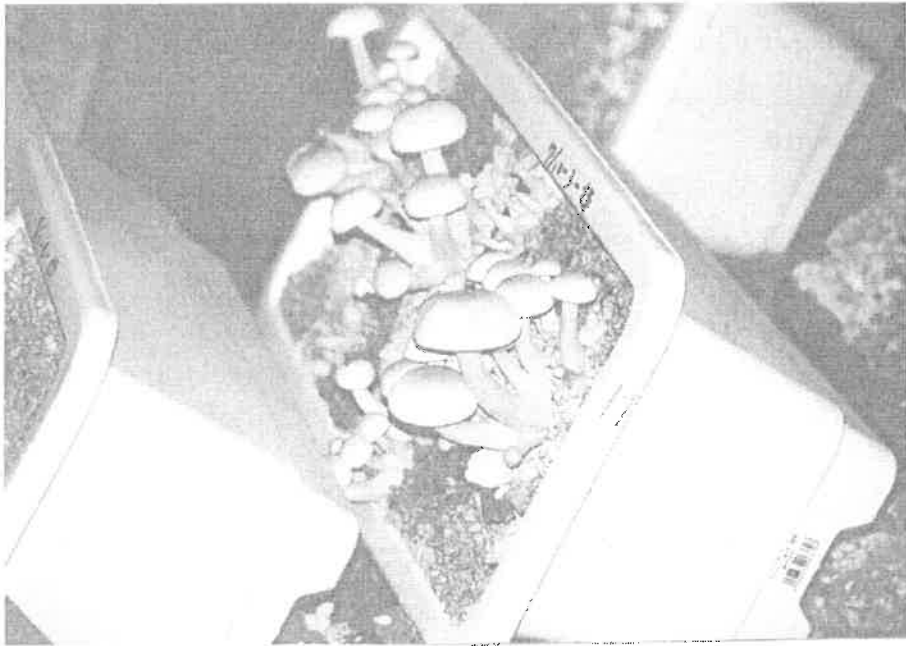


写真-2 傾斜栽培と子実体の形状 (60度傾斜)

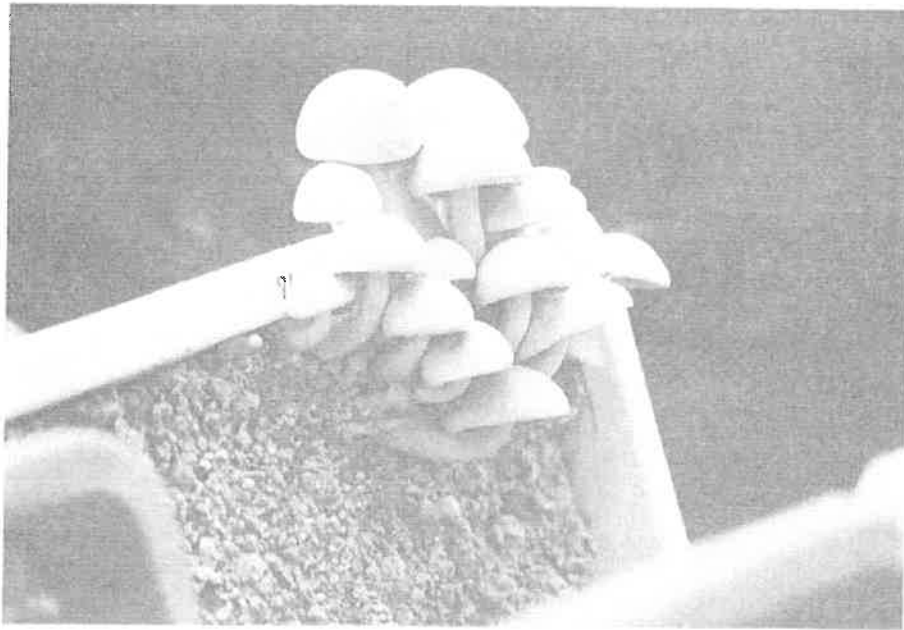


写真-3 傾斜栽培と子実体の形状 (70度傾斜)

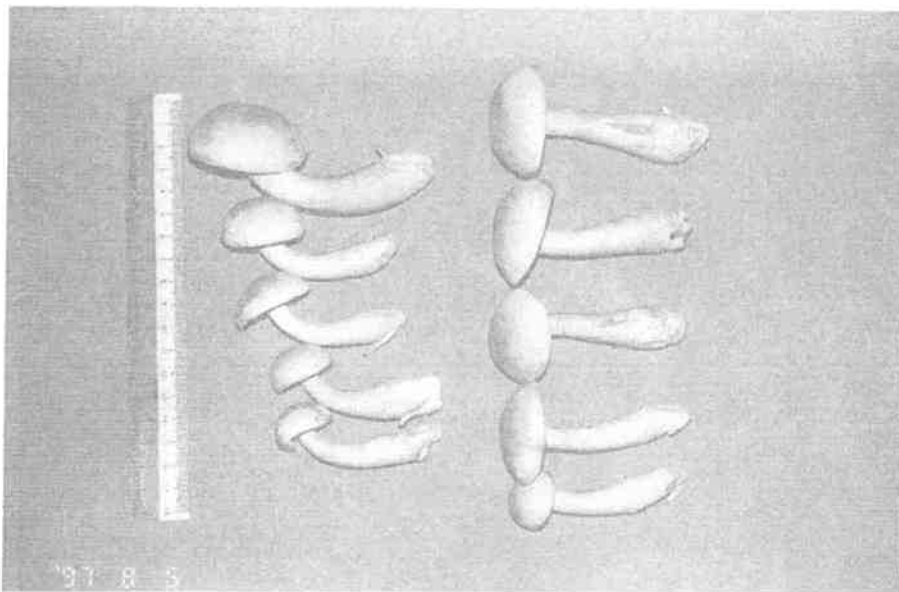


写真-4 傾斜栽培と通常栽培の形状比較

左側が傾斜栽培による形状、右側が通常栽培による形状

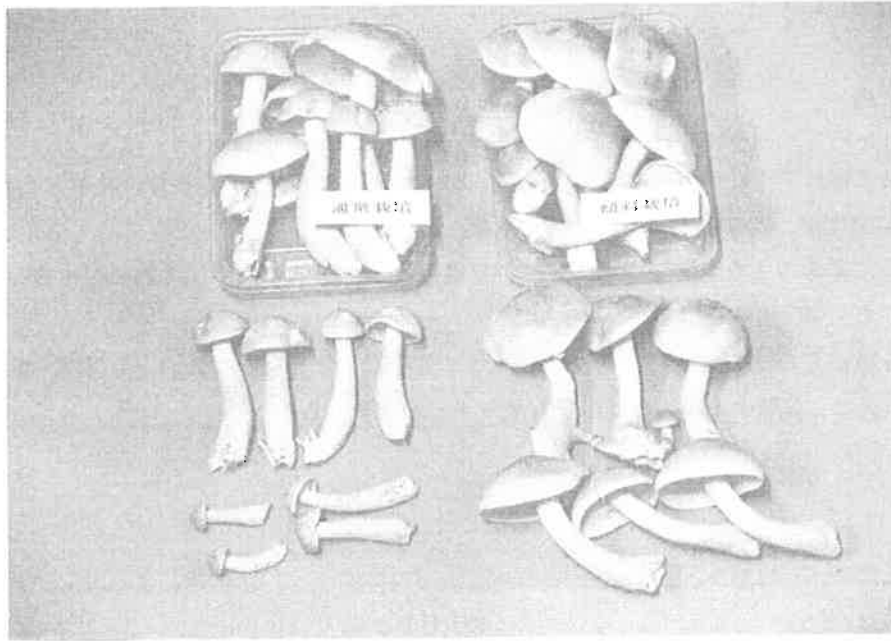


写真-5 バック詰め時の比較状況

傾斜栽培による子実体はスムーズなバック詰めが可能で、バック時の見た目がいい。(右)

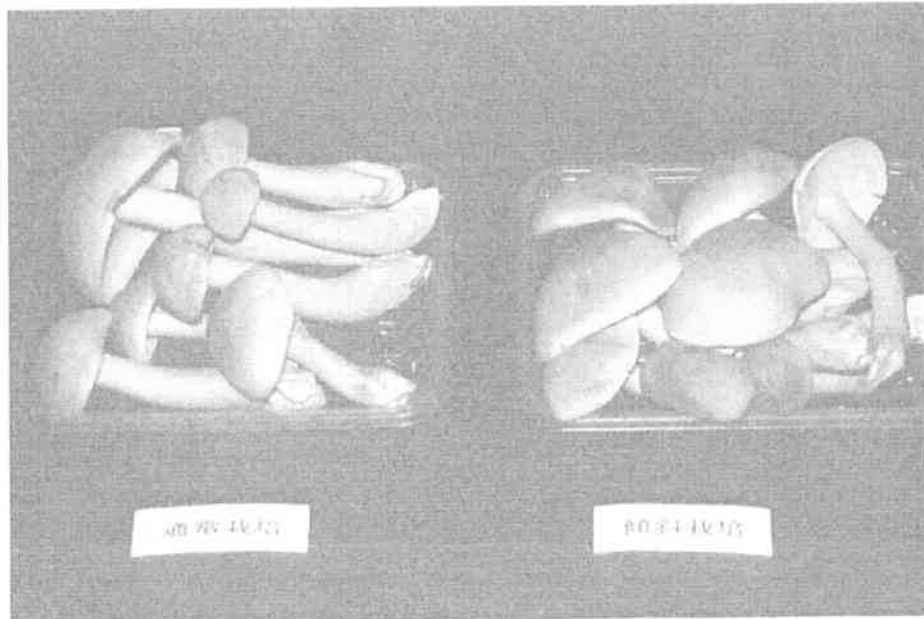


写真-6 バック側面からの比較

写真-6で側面からの形状を比較すると、傾斜栽培による子実体（写真右側）はバック高さを低く押さえるのに都合のいい形状であることが認められる。更にかさばりを防ぐ強めのバックキングでも、傘に亀裂や変形が生ずることがない。

4. ま と め

- ① 小型で長方形のプランターは傾斜させやすく、ニオウシメジの形状の誘導に好都合である。
- ② 傾斜角度70度が、誘導率の向上に有効である。
- ③ 傾斜栽培によるニオウシメジの子実体はバックしやすく、強めのバック詰めでも傘に亀裂や変形が生じず、製品価値を損なわない。
- ④ 子実体を横にした時の形状高が低いため、バック容器として単価の低いトレイ型の容器を選ぶことが可能で、包装フィルムの使用量も減らすことができる。

ヒメマツタケ *Agaricus blazei* 栽培の覆土について

—覆土2系統とヒメマツタケの収量について—

比 嘉 享

1. はじめに

ヒメマツタケ (*Agaricus blazei* Murr.) は南米原産の食用菌¹⁾で、汎用性のある食材として評価される一方、高い抗腫瘍性が報告されるなど、ここ数年注目をあつめている。栽培方法の基礎は岩出によって確立され、²⁾その後江口、吉本³⁾らによって寒天養基での生理・生態的基礎研究が進められた。更に、楢垣らによって効果的な堆肥造りについて報告されている⁴⁾。ヒメマツタケの効率的な培養法である液体培養については、米山、目黒らの研究⁵⁾がある。

沖縄県では一法人が、液体培養による菌糸体から成分を抽出し加工販売するほか、バガスを原材料とするコンポストで子実体の試験栽培に取り組むきのこ生産者もあり、その一部が乾燥体で販売されている。今回は子実体の栽培における覆土の違いが収量にどう影響を与えるか検討した。

2. 材料と方法及び

菌株と培養、植込後の管理、環境

1) 試験期間 平成9年9月1日～

2) 菌株は(株)T物産保有の菌株を使用した。

3) コンポストの培地規格・規模及び試験区の内容

発生容器として縦36 cm、横43 cm、高さ15 cmの発泡スチロール製の小型プランターを3個用いた。それぞれのプランターにコンポストを詰め、種菌をすき込んだ。コンポストと菌株の総重量は約14.5 kgである。菌糸体がコンポスト表面の約3分の1程度占めた時点で、コンポスト表面を一枚の板で対角線上に2等分し、赤土(今帰仁産)と赤玉土(市販)の2種類の土を覆土した。覆土のpH値は、両系統とも5.6～6.3である。土壌の構造は、赤土が細かい粘土状のものまで含むのに対し、赤玉土は通気性の良い団粒構造が主体である。

4) 栽培管理は植込及び覆土後の散水

菌糸の伸長が始まる時期の表土部の乾燥に特に注意した。

5) 湿度

平均湿度は80%以上に保った。

3. 結 果

1) 平均収穫日数

覆土の系統別にヒメマツタケの発生の特徴を比べると、赤土区における平均収穫日数が約60日であるのに対し、赤玉土区の平均収穫日数は約100日であった。総収穫量についてみると、赤土区が約0.9 kgであるのに対し、赤玉土区は1.2～1.8 kgであった。

表一 覆土2系統とヒメマツタケ収量（生重）及び収穫日数

プランター No.	単位：g		
	赤土（今帰仁産） （収穫日数±SD）	赤玉土（市販） （収穫日数±SD）	計
No. 1	969.0 (63±35)	1,292.5 (103±54)	2,261.5
No. 2	849.0 (63±54)	1,750.0 (91±28)	2,599.0
No. 3	877.0 (66±37)	1,234.0 (108±62)	2,111.0

2) 処理区別収量

収量については、表一、表二から赤玉土の収量が赤土に比較して良好であった。両区にはpH値の差がないため、収量の差は土の構造に起因するものと考えられる。

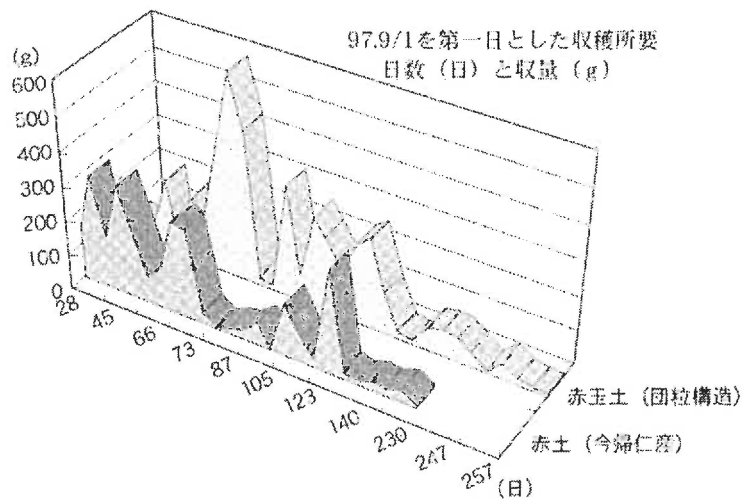
表二 分散分析結果（収量）

変動要因	変動	自由度	分散	分散比
処理	416857	1	416857	9.952171 ※
誤差	167544.2	4	41886.04	

※) 5%レベルで有意

3) 収量パターン

図一は手前に赤土区、奥に赤玉土区の収量と収量パターンとを示している。赤土区は覆土後の69日の間に3回のピークを経て、全収量のほぼ6割強を発生するのに対し、赤玉土区は、緩やかにピークを重ねて終息に向かうパターンである。



図一 ヒメマツタケ収量パターン



写真-1 簡易な恒湿室での発生状況

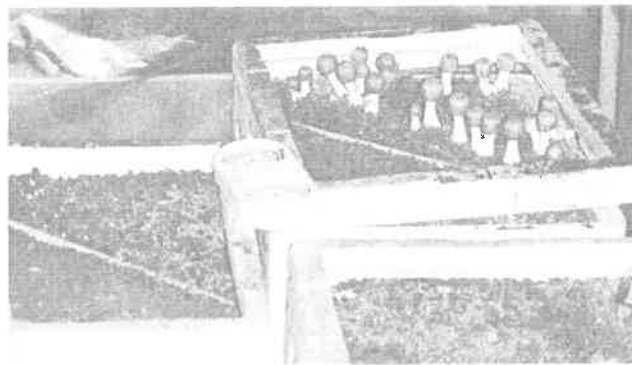


写真-2 子実体発生状況

4. ま と め

今回の試験では、ヒメマツタケ栽培において覆土が極めて重要な発生因子であることと、覆土には団粒構造の発達した土が適することがわかった。したがって、覆土を選定する際にはより団粒構造の発達した土壌を選び、さらにマルチにかけるなどして、団粒構造の含有率を高めることが有効と思われる。また、発生は一度ではなく、少なくとも200日の収穫期間に2～3回、収穫のピークがあることが認められた。

引 用 文 献

- 1) 今関六也、本郷次雄編；原色日本新菌類図鑑（丁）、保育社、150～151、1987
- 2) 岩出友之助；キノコ類の培養法、地球出版、342～347、1985
- 3) 江口文陽、吉本博明ほか2名、ヒメマツタケの菌糸成長に及ぼす要因、木材学会誌、40(6)、666～671、1994
- 4) 米山誠、日黒貞利ほか1名、ヒメマツタケ *Agaricus blazei* の液体培養、木材学会誌、40(3)、349～355、1997

沖縄島北部森林流域における森林流出水の 水質動態について

漢 那 賢 作

1. はじめに

沖縄島北部地域を中心とした森林地帯は、本県の重要な水源地帯であり、ダム建設が急速に進められ、また中部地域では、海水淡水化施設の建設により、水事情は改善されてきた。しかし、淡水化の過程でミネラル成分はほとんど取り除かれるため、ダムや河川の水とブレンドして送水されていることや、1日あたりの水源別取水量の32%を河川水と地下水に依存していることから¹⁾、これらの水源である森林流域の渓流水質を保全し、良好な水質を供給し続けることは大変重要である。森林流域における渓流水の水質は、森林流域内でのさまざまな相互作用の結果の表れであるため、測定試験を実施し、その動態を明らかにする必要がある。

そこで今回、北部森林流域内の試験地において実施した、森林内の水質測定試験（林外雨・林内雨・樹幹流・地表水・地中水）、渓流水の水質測定試験結果について報告する。

本研究は、森林総合研究所からの委託を受け実施している、「沖縄県林業技術研究委託事業」²⁾の一部をまとめたものである。

なお、本報告の一部について、第53回日本林学会九州支部大会において報告した³⁾。

2. 試験地の概況

1) 試験地の位置

南明治山・辺土名理水試験地の位置図を、図-1に示す。南明治山理水試験地は、沖縄島北部の名護市の南側に位置する県林業試験場南明治山試験地内の流域で、森林内の水質測定試験も、同理水試験地に隣接する林分において行った。

辺土名理水試験地は、北部森林地帯の中央、国頭村に位置し、この地域は山岳地帯となっており、急峻な間折単斜面をもつ。

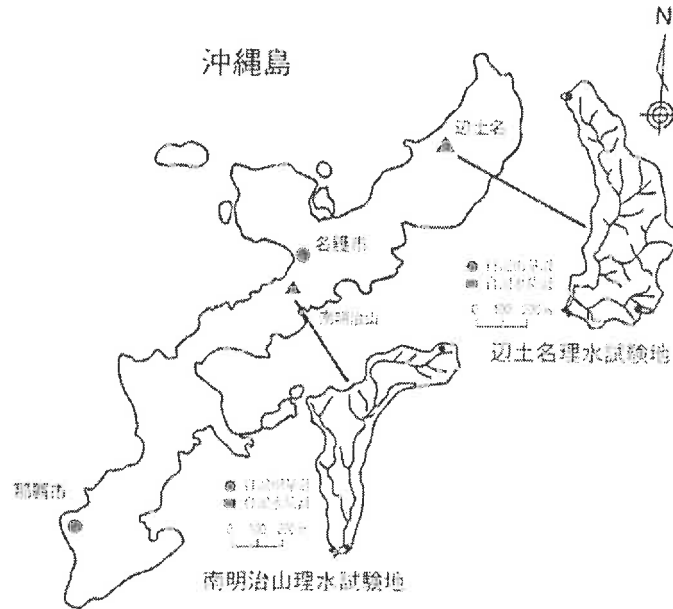


図-1 南明治山・辺土名理水試験地位置図

試験流域の地形特性を、表-1に示す。流域面積は、南明治山理水試験地が24.75ha、辺土名理水試験地は40.63haとなっている。辺土名理水試験地は、南明治山理水試験地より、流域の平均勾配が約5度大きいことが地形的特徴として挙げられる。

表-1 試験流域の地形特性

地形特性	南明治山	辺土名
流域面積 (ha)	24.75	40.63
標高 (m)	45 ~ 244	187 ~ 399
主流長 (m)	1315	1345
主流の平均勾配 (°)	29.7	30.5
流域の平均勾配 (°)	23.3	27.9
形状係数	0.143	0.225

2) 森林の状況

南明治山理水試験地の流域は、戦中・戦後に皆伐され、その後萌芽更新により成林した、イタジイ、イジュ、コバンモチ等の約50年生天然性広葉樹の二次林で、尾根部、中腹部にはリュウキウマツが点在する。平均樹高は8.5m、平均胸高直径は11.7cm(20m×20cm方形区毎木調査)であり、施業等は、行われていない。

辺土名理水試験地の流域では、天然性広葉樹林から有用樹種への林種転換を図るため、造林事業が積極的に実施されている。この地域の造林樹種は、エゴノキ18ha、リュウキウマツ17ha、ハンノキ4haで、現在IV～V齢級の人工造林地である。また、本試験流域は安波ダムの集水区域内にあり、1983～86年にかけて「重要水源山地整備治山事業」を実施した箇所でもある¹⁾。

3) 地質・土壌の状況

試験流域の土壌については、南明治山では、古第三系砂岩・頁岩(嘉陽層)と洪積堆積物(国

頭礫層)を母材とした黄色土壌が支配的に分布する地域で、斜面の中腹部から山頂にかけて広く分布する弱乾性黄色土壌型(Yc)と、溪流沿いの緩斜面に分布する適潤性黄色土壌型(Yp)とに大別される。また、最表層部をのぞき極めて堅く、粒状や堅果状構造の発達した乾性の酸性土壌が広く分布している。

遼土名理水試験地の流域では、中生代の砂岩・粘板岩(名礫層)を母材とした黄色土壌が広く分布しており、南明治山と同じく、斜面の中腹部から山頂にかけて広く分布する弱乾性黄色土壌型と、溪流沿いの緩斜面に分布する適潤性黄色土壌型とに大別され、崩壊地の先端部や浸食された溪流底部に未熟度(dm=Y)が認められる。

3. 試験方法

1) 森林内の水質測定試験

森林内の水質測定試験地の模式図を、図-2に示す。林外雨から地中水への水質動態を把握するため、林外雨、林内雨、樹幹流、地表水、地中水の採取を行った。林外雨の採取は、露場に直径20cmの採水器を設置して行い、隣に設置した転倒ます型雨量計により降雨量の観測も同時に行った。

林内雨、地表水、地中水の採取は、表面流去水の外部からの流入および外部への流出の影響を受けないライシメータ(5×10m)による固定試験地を設置して行った。林内雨の採取は、林外雨と同様の採水器を設置して行い、樹幹流については、出現種の最も多いイタジイの地上1.5mの高さにウレタンラバーを巻き、流下水をホースでプラスチック容器(1,500cc)に導き採取した。地表水、地中水(地表から30・60cm)の採取は、斜面下部に雨樋を用い、流下水をホースにより斜面下部に導き行った。

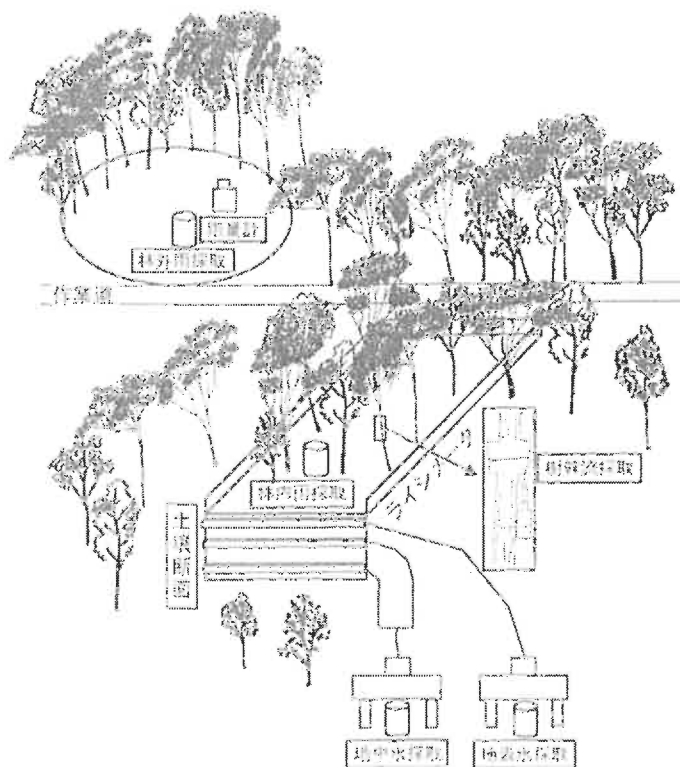


図-2 森林内の水質測定試験地の模式図

2) 渓流水の水質測定試験

渓流水の採取は、写真-1、2に示す、南明治山・辺土名理水試験地の量水堰において行った。量水施設は、試験流域の下流端に設置され、量水堰堤、湛水池、水位計室から構成される。南明治山理水試験地の量水堰は、頂角90度、高さ0.70mのV形三角堰と、その上部の広頂長方形堰から成る複合断面堰である。一方、辺土名理水試験地の量水堰は、下部が幅1.5m、高さ1.0mのV形四角堰、上部が幅5.5m、高さ0.6mからなる二段型の長方形堰である。水位の観測は、両試験地ともに水研62型長期自記水位計を設置して行い、降雨量の観測は、転倒ます型雨量計を流域の上流と下流側に1基ずつ設置して行った。

なお、水の採取は1996年に行い、採取間隔は、森林内の水質測定試験、渓流水の水質測定試験のいずれについても、原則として2週間とした。

水質の分析は、陽イオン (Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})、陰イオン (Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}) についてはイオンクロマト法 (島津社: HIC-6A)、pHはガラス電極法 (TOA社: HM-26S)、伝導度はデジタル電気伝導率計 (TOA社: CM-40V)、濁度は精密濁度計 (日京社: NSK-2P) により行った。



写真-1 南明治山理水試験地



写真-2 辺土名理水試験地

3. 結果および考察

1) 森林内の水質測定試験

1) 林外雨の水質濃度変化

林外雨の水質濃度の平均値を、表-2に示す。各イオン濃度の平均値は、陽イオンでは Na^+ が高く、陰イオンでは Cl^- が高い。平均値を高い順に並べると、 $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ となり、全国の平均値と比較してもっとも濃度の差が大きいのが Cl^- で、全国平均値の7.3倍を示した。

表-2 林外雨の水質濃度の平均値

イオン (mg/l)	南明治山	全国平均値
Na^+	2.27	1.10
K^+	0.58	0.26
Ca^{2+}	0.52	0.97
Mg^{2+}	0.49	0.36
Cl^-	8.05	1.10
NO_3^-	0.82	2.23
SO_4^{2-}	2.08	4.50
pH	6.4	5.1

全国平均値 (北野康, 1992)

林外雨のイオン濃度と積算降雨量を、図-3に示す。積算降雨量は、各採取日の翌日から採取日当日までの降雨量の積算値である。各イオン濃度と積算降雨量との間に明瞭な関係は認められないが、図-4に示す、積算降雨量とイオン合計濃度において、陰イオン合計濃度は、積算降雨量の増加にともない増加と減少を示すが、陽イオン合計濃度においては、変化が小さかった。このことは、表-2に示したように、陰イオンにおいても、また他のイオン要素の濃度と比較しても、 Cl^- が最も高く、また Cl^- は海塩由来の成分であり、沖縄島が幅の狭い島嶼で、海岸線からの距離も短いため、降雨とともにもたらされる潮風や、台風の影響による海水飛沫等の影響を強く受けることにより、 Cl^- 濃度の増加が、陰イオン合計濃度を増加させていると思われる。陽イオン合計濃度の変化については、各要素の濃度が Na^+ 以外微量であり、また各要素の起源が地質や有機物に由来することから、降雨量の多少による濃度の変化は大きくないと思われる。

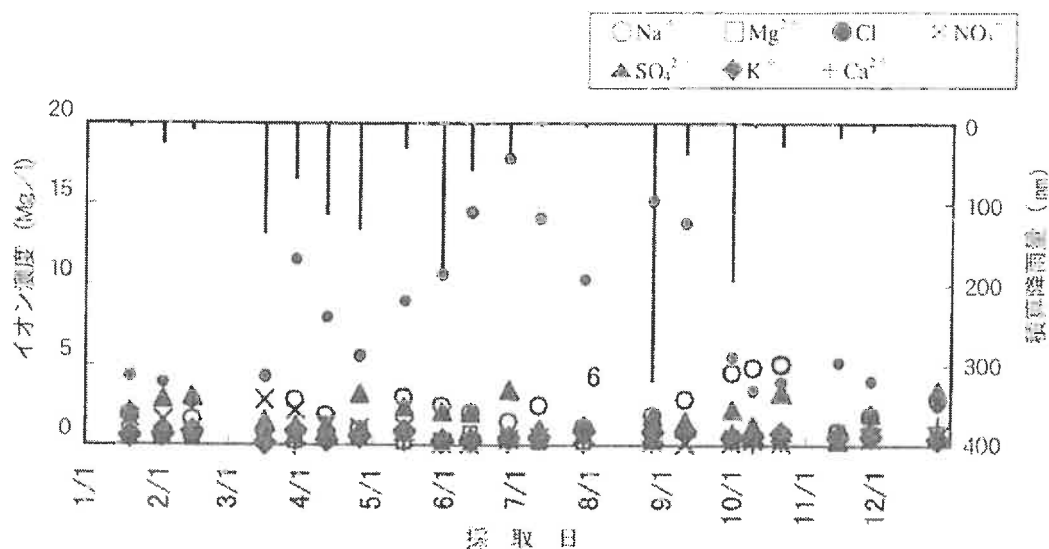


図-3 林外雨のイオン濃度と積算降雨量

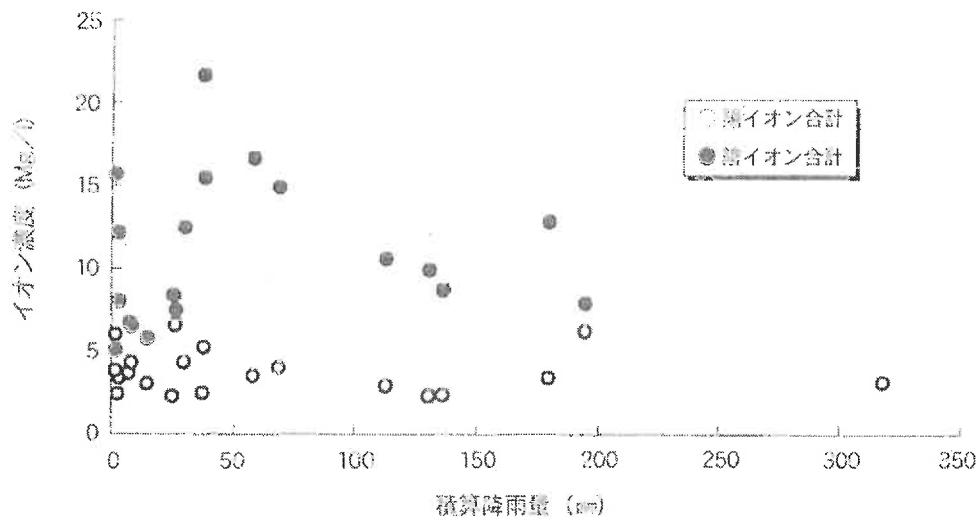


図-4 積算降雨量とイオン合計濃度

2. 林外雨が森林流域を通過するときの水質濃度変化

森林流域を通過するときの水質濃度（平均値）の変化を、図-5に示す。Na⁺、Cl⁻、SO₄²⁻は、林外雨から渓流水にかけて濃度が徐々に増加する傾向にある。これらの要素は、大気中の海塩粒子およびそれを核とする雨水などに起因し、また土壌に吸着されにくい性質であることから、その作用を受けていると思われる。K⁺は、林外雨から地表水にかけて増加するが、それから渓流水にかけては減少した。このことは、林外雨から地表水へ通過する間、樹冠層、樹皮、地表の有機物を吸着し増加するが、地中水において再び植物に吸収されるためと思われる。Ca²⁺、Mg²⁺は、林外雨から樹幹流にかけて増加した後、地表水、地中水で減少するが、渓流水では再び増加した。このことは、森林土壌がマイナスに荷電していることの影響を受け、地中水では土壌粒子に吸着され減少するが、溪流へ流出する間に基岩層の溶出分を吸着したためと思われる。

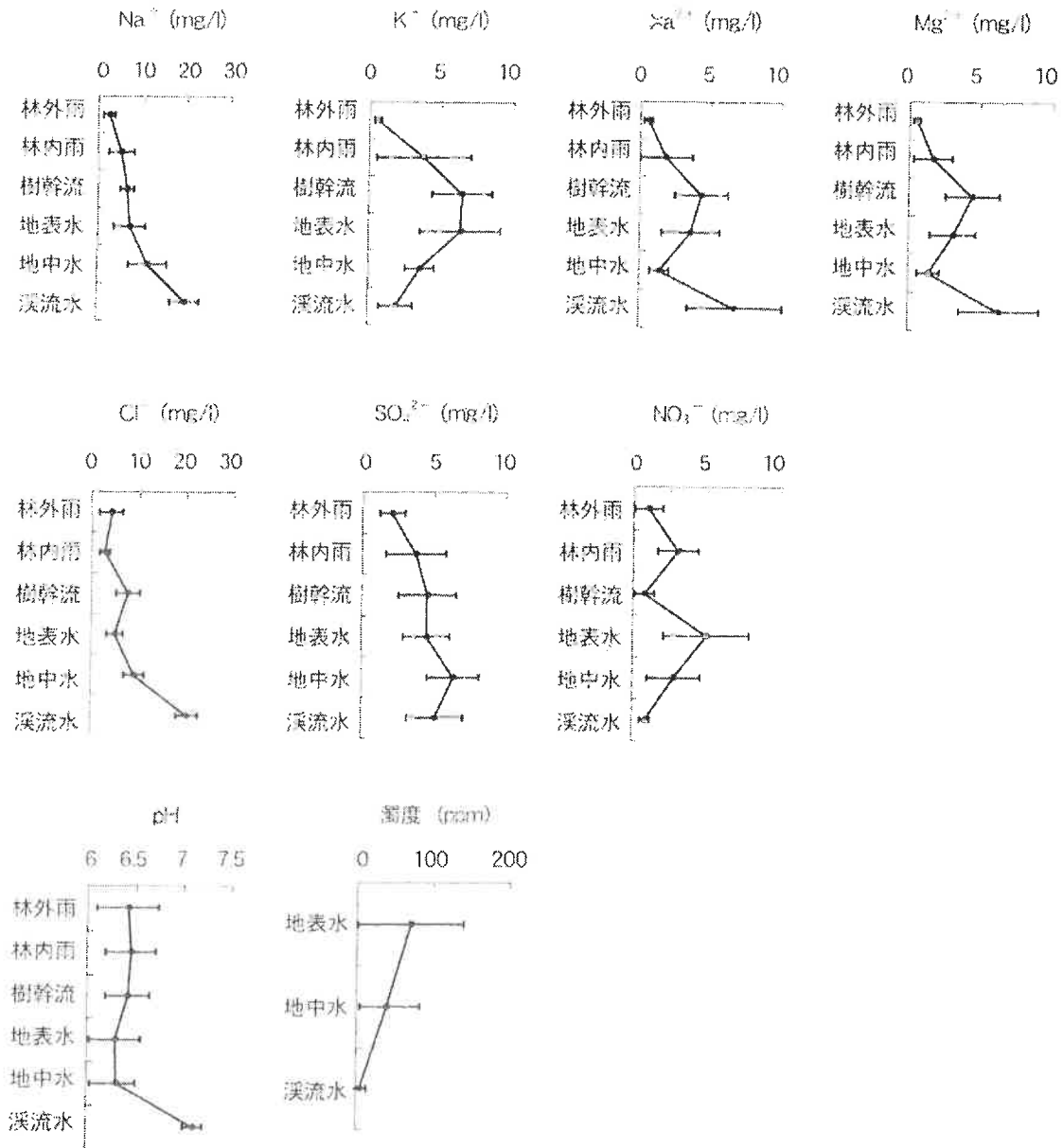


図-5 森林流域を通過するときの水質濃度（平均値）変化

③) 土壌通過による水質緩和

近年、化石燃料の多量消費に伴い、都市地域ではNO_xの濃度が上昇し、大気汚染問題と酸性雨の問題が生じている。酸性雨の主な要因成分は、NO₃⁻であり、pH値の低いときに、NO₃⁻濃度が高いことがわかってきている⁸⁾。このことから、林外雨に含まれるSO₄²⁻、NO₃⁻、pHの濃度が、渓流水へ流出する間、どのように変化していくかを把握することは重要である。図-5において、NO₃⁻は林外雨に比較して地表水で増加するが、地中水から渓流水にかけて減少し、渓流水では濃度変化も小さく(図中の標準偏差による)、検出されないこともあった。また、pHは林外雨で6.4を示すが、地中水から渓流水にかけて増加し、渓流水では7.1を示した。これらのことから推察すると、NO₃⁻、pHの緩和には、土壌の持つ緩衝作用の働きが深く関わっていると思われる。

濃度については、降雨量の多少により、特に地表水で濃度の差が激しいが(図中の標準偏差による)、地表水(70ppm)、地中水(39ppm)、渓流水(5ppm)と直線的に減少した。

④) 土壌通過による陽イオン濃度と陰イオン濃度との関係

林外雨、地中水、渓流水の陽イオンの合計濃度と陰イオンの合計濃度との関係を、図-6に示す。陽イオンと陰イオンがどのような関係にあるかを検討するため、林外雨、地中水、渓流水それぞれの陽イオンの合計濃度と、陰イオンの合計濃度との関係を示した結果、林外雨に比較して、地中水と渓流水の相関が高い。一般に、ほぼ中性の陸水中のイオン物質は、陽イオンと陰イオンの物質合計濃度が、1対1の関係にある⁹⁾とされていることから、本試験流域においてもそのことが確認された。

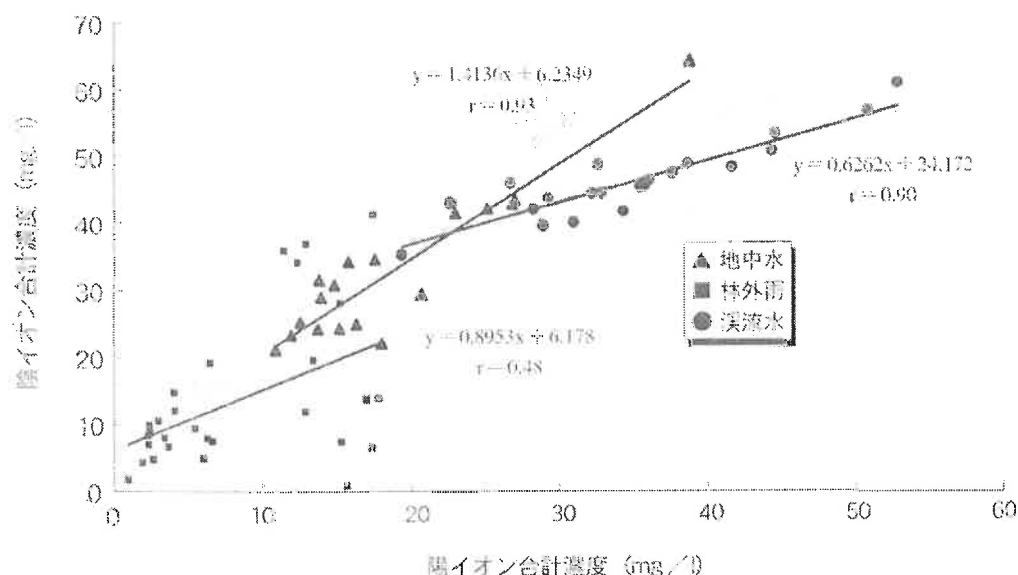


図-6 陽イオンの合計濃度と陰イオンの合計濃度との関係

2) 渓流水の水質測定試験

①) 南明治山・翌土名渓流水の水質

南明治山・翌土名渓水試験地のハイドログラフと渓流水質の濃度変化を、図-7に示し、渓流水質の平均濃度を、表-3に示す。兩溪水試験地における水の流出特性として、一降雨に対する直接

流出の応答が鋭敏で、特に台風や梅雨期の豪雨時には顕著であるが、水質の濃度においては、南明治山、辺土名とも大きな変化はなく、年間を通してほぼ一定の濃度で推移している。各イオンの平均濃度を比較すると、辺土名は、南明治山に比較して全体的に低い値を示した。

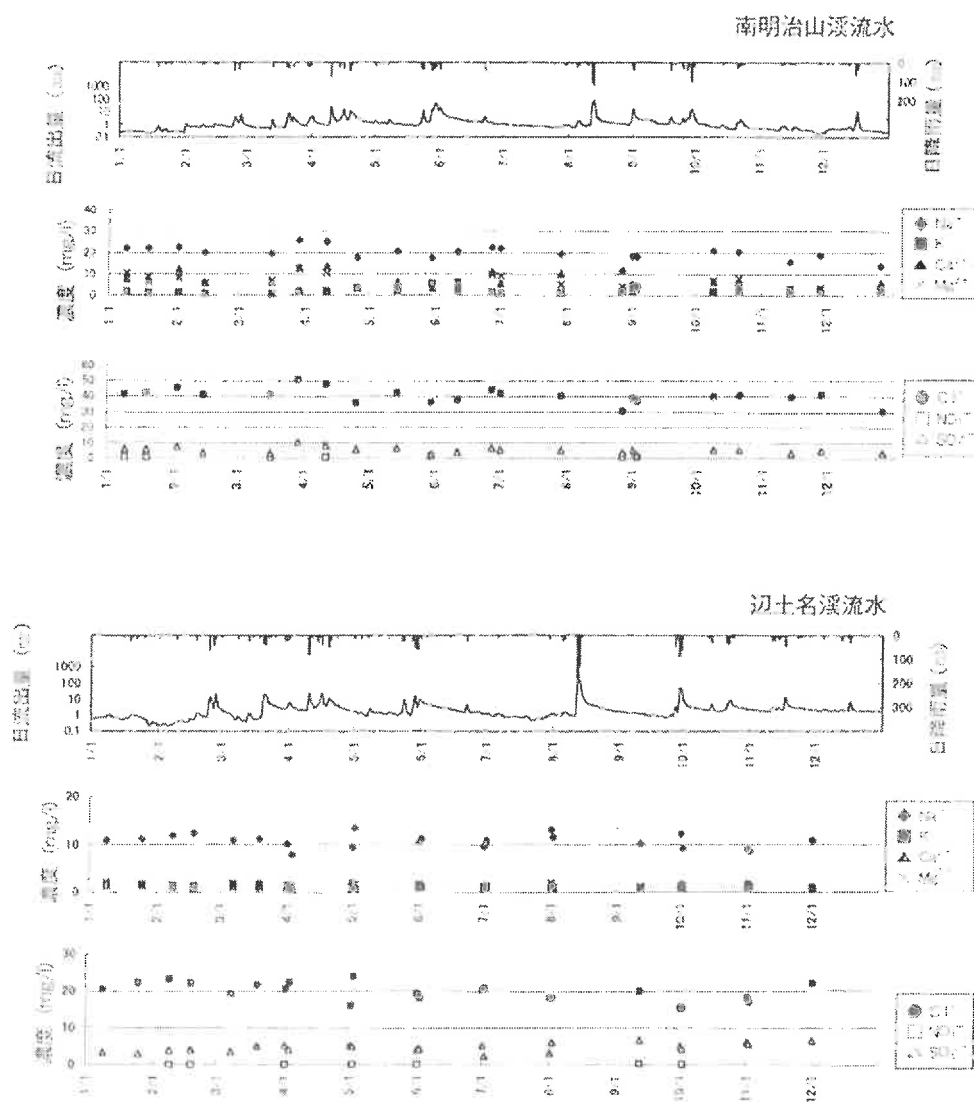


図-7 南明治山・辺土名理水試験地のハイドログラフと渓流水質の濃度変化

表-3 渓流水質の平均濃度

イオン(Mg/l)	南明治山	辺土名	全国平均値
Na ⁺	19.69	10.71	6.70
K ⁺	1.93	1.15	1.10
Ca ²⁺	6.72	1.27	8.80
Mg ²⁺	6.34	1.35	1.90
Cl ⁻	40.21	19.77	4.98
NO ₃ ⁻	0.66	0.11	0.35
SO ₄ ²⁻	5.13	4.61	7.04
pH	7.1	6.7	6.8

全国平均値(北野崇, 1992)

② 南明治山・辺土名溪流水に共通する水質要素

南明治山・辺土名溪流水質の変動係数(%)を、図-8に示し、林外雨の水質濃度の平均値と年降雨量を、表-4に示す。南明治山と辺土名の変動係数の差が特に小さい水質要素は、 Na^+ 、 Cl^- 、pH、であった。溪流水中の水溶性成分は、降雨によってもたらされる成分や、流域を構成する岩石と土壌から溶出する成分に由来しているのので、降雨の量や質、および流域を構成する岩石の化学組成や土壌のタイプなどが溪流水の水質形成に関係しており、⁹⁾ 両試験地において、降雨の量や質がほぼ類似していることから(表-4)、他の水質要素(K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-})は、林況や土壌、地質、岩石から溶出する成分等、流域の違いによるものであるが、降雨と溪流水中の Na^+ と Cl^- 濃度は、海からの距離が近いほど増加する^{8,9,10,11,12)} ことにより、 Na^+ 、 Cl^- 、pHともに、両試験地に共通して、濃度変化の差が近似した水質要素であると思われる。

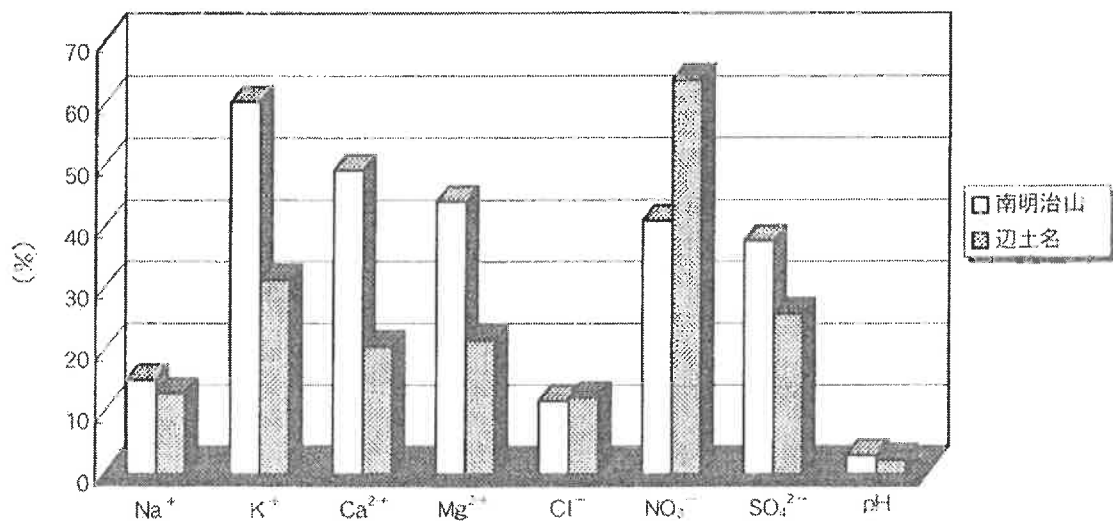


図-8 南明治山・辺土名溪流水質の変動係数

表-4 林外雨の水質濃度の平均値と年降雨量

イオン(Mg/l)	南 明 治 山	辺 土 名
Na^+	2.27	2.97
K^+	0.58	0.82
Ca^{2+}	0.52	0.57
Mg^{2+}	0.49	0.30
Cl	8.05	7.02
NO_3	0.82	0.85
SO_4^{2-}	2.08	1.93
pH	6.4	6.2
年降雨量 (mm)	1,755.0	2,076.7

③ 降雨による渓流水増水時の水質変化

水質分析サンプルの採取は、廻土名渓流水において行った。採取方法は、ウォーターサンプラー (ISCO社：2700型) により、量水堰流路の水面下10～15cmにおいて実施した。一降雨による水質濃度の経時変化については、4時間毎に、流出量と浮遊物量の関係に用いた分析サンプルの採取は、4～9月の日降雨量48.2、58.3、80.5、84.7mmのそれぞれの日に、1時間毎に連続採取を行った。また、有機物量の測定は、各採取サンプルを0.4 μmのフィルターペーパーを介して吸引濾過し、110℃で一晩乾燥した後秤量を行い、さらにホットプレート上でH₂O₂を用いた分解処理後、蒸発残留物の秤量を行い、その差を有機物量とした。

一降雨による水質濃度の経時変化を、図-9に示す。分析サンプルの採取は、台風12号の影響による降雨開始の4時間前からその後52時間について採水できた。総降雨量は312.2mm、時間最大降雨量は22mmである。最大流出量は2308.79l/sで、無降雨時の流出量4.12l/sと比較すると、約560倍の変動があるが、これに対して各水質要素の変化は、濁度を除くと平水時の2～3倍程度であった。

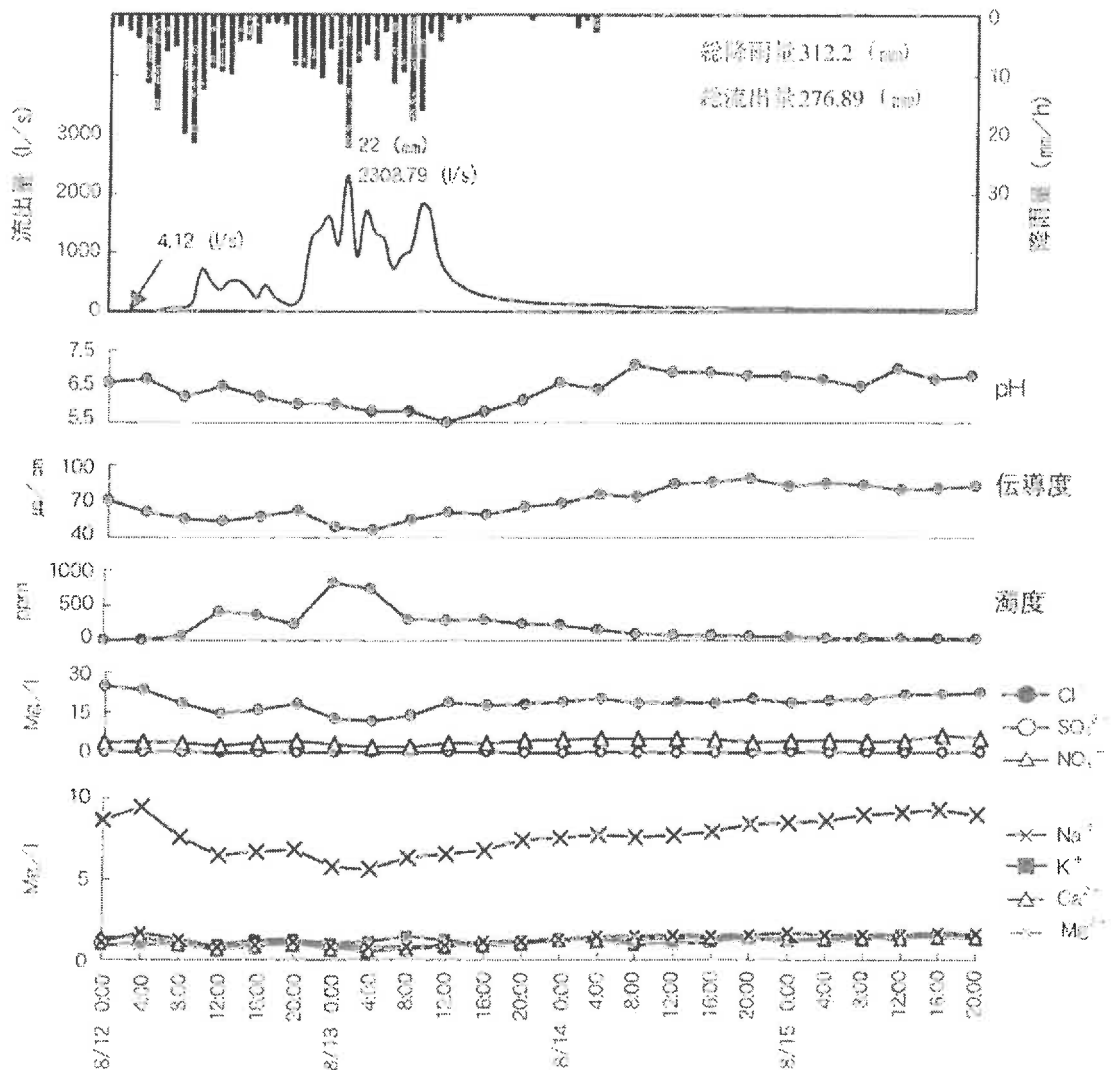


図-9 一降雨による水質濃度の経時変化

降雨による水質の分析結果と要素間の相関関係を、表-5に示す。要素間の相関関係は、 Na^+ は Ca^{2+} と、 Ca^{2+} は Mg^{2+} と、 Mg^{2+} は Cl^- と、 Cl^- は伝導度との間で最も高い。南明治山理水試験地の一降雨による水質濃度の経時変化¹⁾との比較を、1.0以上の標準偏差で行うと、辺土名で濁度：217.8、伝導度：13.24、 Cl^- ：3.18、 Na^+ ：1.11に対し、南明治山では、濁度：8.43、伝導度：28.00、 Cl^- ：3.13、 Na^+ ：4.54である。このことから、両試験流域の増水時における水質の変動を比較すると、南明治山は、イオン濃度の変化が大きい。濁度については、辺土名の方が大きく、また、流出量と各要素間の相関関係については、南明治山と同様に大半の要素で負の相関となった。

表-5 一降雨による水質の分析結果と要素間の相関関係

要素	Na^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	Cl^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	pH	伝導度 ($\mu\text{S/cm}$)	濁度 (ppm)	流出量 (ppm)
平均	7.67	1.14	1.07	1.26	18.43	0.13	4.15	6.4	69.20	191.7	308.77
偏差	1.11	0.19	0.28	0.31	3.18	0.05	0.99	0.4	13.24	217.8	487.75
最小	5.62	0.88	0.53	0.76	11.58	0.05	2.16	5.5	46.13	3.8	4.12
最大	9.45	1.51	1.40	1.66	24.61	0.25	6.23	7.1	88.56	816.2	1708.51
Na^+		0.40	0.84**	0.76**	0.79**	-0.50**	0.62**	0.24	0.76**	-0.65**	-0.59**
K^+			0.11	0.14	-0.12	0.11	0.17	0.02	0.08	-0.04	-0.04
Ca^{2+}				0.32**	0.75**	-0.62**	0.77**	0.61**	0.75**	-0.53**	-0.62**
Mg^{2+}					0.82**	-0.52**	0.59**	0.60**	0.70**	-0.46**	-0.52**
Cl^-						-0.42*	0.43*	0.27	0.83**	-0.62**	-0.77**
NO_3^-							-0.60**	0.33	-0.69**	0.38*	0.62**
SO_4^{2-}								0.40*	0.71**	0.25	-0.66**
pH									0.34	-0.25	-0.45*
伝導度										-0.40*	-0.46*
濁度											-0.61**

流出量と浮遊物量の関係を、図-10に示す。流出量の増水時と減水時の浮遊物量を比較すると、増水時に比較して、減水時の浮遊物量は少なくなる傾向にある。また、増水時の場合、流出量が多くなるほど浮遊物量も多くなるとは言えないことから、流出量の増加に伴う浮遊物量の増加に、時間差があると思われる。

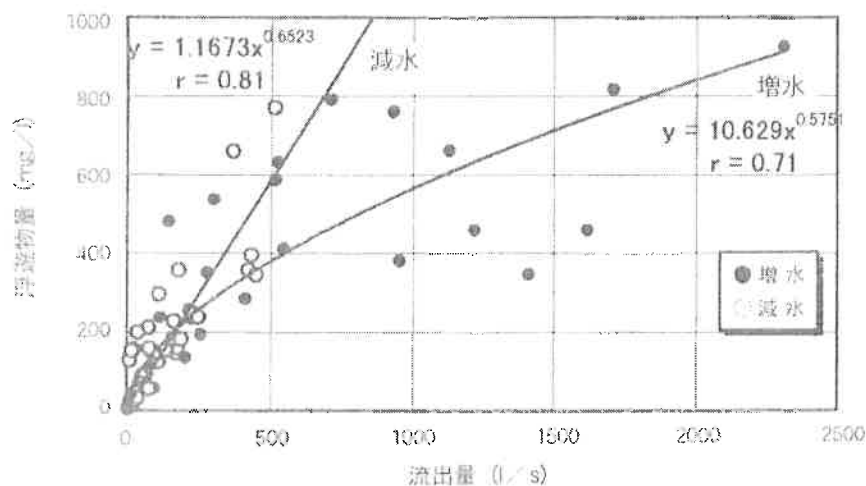


図-10 流出量と浮遊物量の関係

流出量に対する有機物・無機物量の変化を、図-11に示す。図-10に示した浮遊物量について、有機物・無機物量をそれぞれ求め、流出量との関係を表した結果、流出量の増水当初は、有機物量より無機物量を多く含んでいるが、約400 l/s を境に有機物量の方が多くなる傾向にある。このことから、流出量の増加による濁りの発生要因が、土砂の流出のみに限らないと推察された。

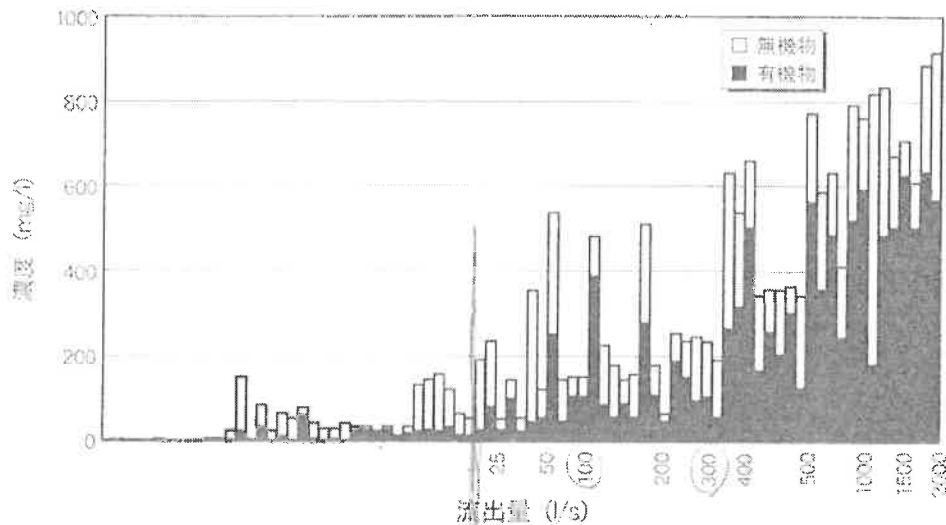


図-11 流出量に対する有機物・無機物量の変化

4. まとめ

- 1) 林外雨に含まれる各イオン濃度と積算降雨量との間に明確な関係は認められないが、積算降雨量の増加に伴い、陰イオン合計濃度は増加と減少を示した。このことは、海塩由来の成分である Cl^- が、海岸線からの距離が近いことにより、降雨とともにもたれされる潮風や台風の襲来による海水飛沫等の影響を強く受け、 Cl^- 濃度の増加が、陰イオン合計濃度を増加させていると思われる。
- 2) 酸性雨の主な要因成分である NO_3^- は、林外雨の濃度に比較して渓流水で減少し、検出されないときもあった。また、pHについても林外雨の年平均値6.4から、渓流水では年平均値7.1を示すことから、これらの水質緩和には、土壌が深く関わっていると推察される。
- 3) 南明谷山・辺上各試験地の渓流水に共通して、濃度変化の幅が近似的な水質要素は、 Na^+ 、 Cl^- 、pHであり、特に Na^+ 、 Cl^- は、沖繩島が島の狭い島嶼で、海からの距離が近いことによる影響が強い。
- 4) 降雨による渓流水増水時の水質変化は、濃度を除くと平時時の2～3倍程度であり、流出量と各水質要素間の相関関係は、大半の要素で負の相関となった。また、流出量の増水当初は、有機物量に比較し、無機物量を多く含むが、ある流出量を境に有機物量の方が多くなる傾向にあることから、流出量の増加による濁りの発生要因が、土砂の流出のみに限らないと推察された。

以上のことから、森林流出水の水質は、森林樹木による吸収、土壌微生物の有機物分解、有機物質・粘土鉱物による吸着・消滅等さまざまな相互作用の結果として決定されることから、森林集水域を生態系の単位として取り扱うことが重要であり、特に渓流水の水質は、森林生態系における物質循環の総決算の表れの一つと言える。

今後、森林の変化と、その反応についての知見を得るためには、同地点での継続的な調査が必要である。

引用文献

- 1) 北部ダム統合管理事務所：事業概要、P.5～8、1997
- 2) 安里 修ほか：第25回治山林道研論、P.229～232、1990
- 3) 漢那賢作ほか：日林九支研論集No.51、P.139～140、1998
- 4) 沖縄県林業試験場：沖縄県林業技術研究委託事業報告書、1993～1997
- 5) 北野 康：新報 水の科学PP.254、1996
- 6) 藤原俊六朗ほか：新報 土壌肥料用語辞典、PP.338、1998
- 7) 金子真司：水利科学No.239、P.35～55、1998
- 8) 小林 純：農学研究No.48、P.63～106、1961
- 9) 安田 洋ほか：森林立地No.32、P.59～64、1990
- 10) 金子真司ほか：日林論第103号、P.245～247、1992
- 11) 藤本浩平ほか：日林論第107号、P.159～162、1996
- 12) 仲川泰則ほか：京大演報No.67、P.40～50、1995
- 13) 生沢 均ほか：日林九支研論No.48、P.165～166、1995