

研 究 報 告

No.32

平 成 元 年 度

(1989年)

沖 繩 県 林 業 試 験 場

沖繩県名護市字名護3626番地

〒905 TEL. 0980-52-2091

目 次

| | |
|------------------------------|----|
| キオビエダシヤクの樹間分布と密度推定法の検討..... | 1 |
| 具志堅 允 一 | |
| 木質資源の肥料化に関する研究 | 11 |
| —— 木質系堆肥の堆積期間と腐熟について —— | |
| 生 沢 均 | |
| 当 真 嗣 尊 *) | |
| 県産材の材質に関する研究 (Ⅲ)..... | 24 |
| —— イジュ・エゴノキの人工乾燥スケジュールの推定 —— | |
| 嘉手苺 幸 男 | |
| ニオウシメジの人工栽培化に関する研究 (Ⅲ) | 33 |
| —— サトウキビ畝間利用による栽培 —— | |
| 宮 城 健 | |

キオビエダシヤクの樹間分布と密度推定法の検討

具志堅 允^一

1. はじめに

キオビエダシヤクの発生消長や防除適期を把握するためには密度推定法を確立する必要がある、このためには個体群の分布様式を把握することが重要である。このようなことから筆者は国頭村奥52林班は-3小班(以下、単に奥という)と同村辺野喜58林班は-6小班(以下、単に辺野喜という)内のイヌマキ林に固定調査木を設け、1986年12月から1988年11月までの2年間にわたって幼虫個体数の定期調査を行い、発生消長と $m-m^*$ 関係による幼虫の密度分布様式について報告した¹⁾。今回、これらの資料を用いて密度推定法の検討を行ったので報告する。

なお、本報告の一部の要旨については第43回日本林学会九州支部大会において報告した。

2. 調査方法

1) 調査地および調査方法

個体数の調査は全数調査とし、各調査木について発育段階ごとに行った。当初奥については10×10mのプロットを3カ所、辺野喜については同2プロット設定したが、1988年4月13日の調査時に大発生が起り、全調査木についての調査が不可能となったため、その時点で奥については比較的成長の良好なプロットから10本を選出し、これを固定調査木とした。また、辺野喜については2プロットのうちの1プロットに調査単位を縮小した。調査は原則として毎月1回実施したが1988年6月からは可能な限り回数を多くした。上記の大発生時には調査木が枯死する危険があったため、捕殺に努めた。なお、調査地の概要については前報¹⁾を参照されたい。

使用したデータは、樹間分布および負の二項分布のあてはめについては、できるだけ多くの調査本数が必要であるため、大発生以前において比較的密度の高かった1988年7月27日、12月23日、1989年2月10日および3月9日の両試験地のデータを用いた。密度推定については調査本数よりも調査回数が大きき意味を持つため、2カ年を通して調査が可能であった辺野喜の1プロットのデータである。なお、前報では発育段階ごとに分布様式を取りまとめたが、平均個体数が少ないため、今回は全幼虫を一括して検討した。

3. 結果と考察

1) 幼虫数の樹間分布

イヌマキ林分において、キオビエダシヤクの被害が著しいカ所がある反面、ほとんど被害を認めないカ所が存在すること、幼虫の密度が著しく高い木や、逆にほとんど幼虫が認められない樹があることは経験的に知られている。

幼虫密度の調査に際して、このような林分から無作為に調査木を抽出した場合、過大分散を示すことが予想され、したがって効率的で精度の高い密度推定法の検討を行うにあたっては、分布の偏りが生ずる原因を明かにしておく必要がある。

小林⁵⁾は森林昆虫の密度が樹間で大きな差があるのは、森林が農作物と異なり人為的淘汰を受

けていないために樹間の変異幅が大きいことに起因すると推測しているが、イヌマキの樹間変異には樹高、直径、着葉量、樹皮の粗密度などが考えられる。これらのうち樹皮の粗密度については客観的な把握が困難であるが、直径と着葉量は樹高の関数として表現できるものと考えられる。そこで、樹高と幼虫個体数との関係を検討した。その結果、図-1～2に示すとおり、密度の低い辺野喜においてはイヌマキの大きさと幼虫体数との関係は明かではないが、密度の高い奥では樹高と幼虫個体数の間に明瞭な関係が認められた。

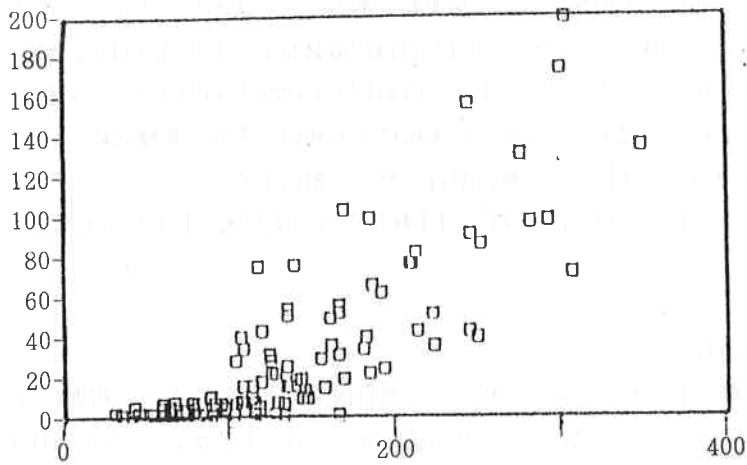


図-1 奥試験地における樹高と個体数の関係

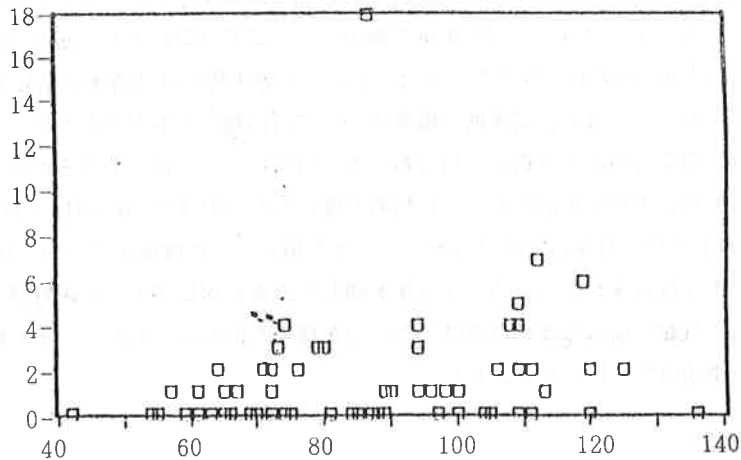


図-2 辺野喜試験地における樹高と個体数の関係

このことから同一林分内において密度の差が生ずる大きな要因として、イヌマキの樹高差が考えられ、大きな樹ほど幼虫数が多く、被害をうけやすいと推察される。したがって、サンプリングを行うにあたっては、個体数の分散が小さくなるように樹高をそろえる必要がある。

1) 幼虫の密度分布様式

前報¹⁾で幼虫の密度分布様式が $m-m^*$ 回帰分析法によって集中分布型であることを認めるとともに、回帰関係が高密度でも維持されることから密度依存的に作用する天敵が欠如していること

を指敵した。このことは同時に幼虫個体の移動分散が密度依存的には起こっていないことを示すものでもあり、上記の被害発生の態様はこのことから推察できる。ところで生物集団の持つ種特有の分布様式の形成過程については、現段階では説明は容易でないといわれるが²⁾、久野³⁾は集中分布をもたらす理由として①個体間の誘引、②生息環境の不均質、③十分な分散を伴わない個体群の増殖をあげ、伊藤⁴⁾はこれらに加えて④狭義の伝播過程すなわち成虫が一個卵を産んだ株にひきつづき産卵する傾向がある(モンシロチョウ)とか、同一に卵塊からかえった幼虫が次第に分散していく途中(ドクガ)などをあげている。図-3に示すようにキオビエダシヤク幼虫密度が低い場合、個体数と樹高には関係が認められないにもかかわらず、 $m-m^*$ 関係からは集中度が認められる¹⁾ことから幼虫の樹間分布はイヌマキの大きさだけでは十分な説明はできない。

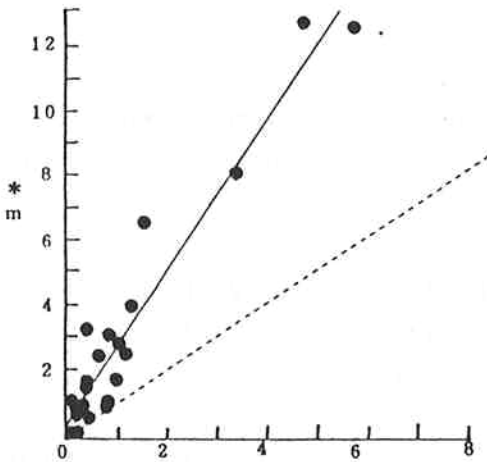


図-3 キオビエダシヤク幼虫の $m-m^*$ 関係(辺野喜)

一方、雌成虫は産卵に際してイヌマキの枝や幹上を産卵管を出し入れしながら産卵場所をていねいに探索し、おもに樹皮の裂け目や枝の付け根の樹皮の粗い部分に一個ずつ産卵するが、ノアサガオなどツル性植物に巻きつかれたイヌマキの場合はツルに沿ってラセン上に集中的に産卵する傾向がある²⁾。また、樹幹にマジックテープを巻き付けて人為的に産卵に好適な場所を作り出すと集中して産卵する傾向がある(具志堅・未発表)。これらのことから、幼虫が集中分布する理由として樹高の他に上記の④が考えられるが、この場合においても産卵対象木をランダムに選択するならば、 $m-m^*$ 回帰関係における β は1に近付くと考えられる。したがって、樹高の影響を除いても、なおイヌマキに質的な不均一性が残っており、このため産下される卵数そのものが集中分布すると考えられる。

3) 密度推定法と必要標本数

動物の空間分布は、種の増殖や死亡、移動、分散の過程によって決まり、それぞれの過程には種の独自性が存在している³⁾。従って密度の推定法は昆虫の分布様式や個体数の多少によって調査の方法や調査本数が異なる⁶⁾。

ところで、分布の集中度判定法には多くの方法があり、これらの方法を応用した標本調査法が開発されている。今回はこれらのうち、 $I\delta$ 、 $m-m^*$ 、存在頻度法を適用した場合の必要標本数

について検討するとともに塩見によって提唱された負の二項分布による密度推定の可能性について検討した。 $I\delta$ は次のような指数で、平均値やサンプル数に影響されない特徴があることから分布型の判定に広く用いられている。

$$I\delta = q \times \frac{\sum ni (ni - 1)}{N(N-1)}$$

q : 区画数 n : 区画内個体数 N : 総個体数 ($\sum ni$)

$I\delta > 1$ のとき集中分布、 $I\delta = 1$ のときランダム分布、 $I\delta < 1$ のとき一様分布である。

平均込み合い度 m^* は、ある個体が同じ枠（この場合は単木）内で平均何頭の他個体と存在するかを示す指数であり、次のように表現される。

$$m^* = \frac{\sum xi^2}{\sum xi} - 1$$

xi : i 番目の区画の個体数

縦軸は直角座標で m^* (平均込み合い度数) を縦軸にとった場合、~~個体群の分布に~~ m^* と m の間に直線回帰関係があてはまることを経験的に見だし、次のように表した。

$$m^* = \alpha + \beta m$$

ここに β は縦横との切片で基本集合度指数とよばれ、分布の基本単位を示すものである。 β は回帰係数で密度-集合度指数とよばれる基本単位の一定空間での分布パターンを示すもので、 $\beta > 1$ のとき集中分布、 $\beta = 1$ のときランダム分布、 $\beta < 1$ のとき一様分布である。

辺野喜調査地における幼虫密度と $I\delta$ および m^*/m の関係を図-4 に、一本あたり平均密度、平均こみあい度および $I\delta$ の経時変化を表-1 に示した。

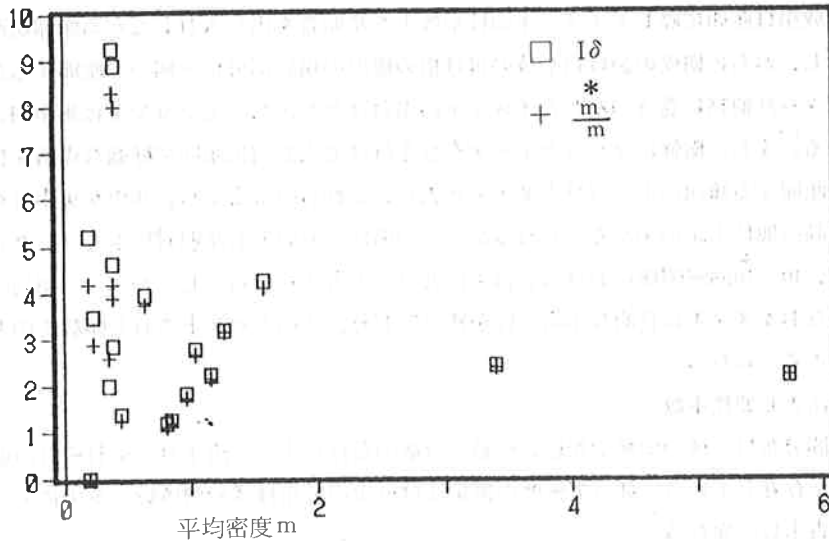


図-4 平均密度と $I\delta$ 、 $\frac{m^*}{m}$ の関係

表-1: \bar{m} , m^* および $I\delta$ の経時変化

| 調査年月日 | \bar{m} | m^* | $I\delta$ | $I\delta$ からの必要調査本数 |
|------------|-----------|-------|-----------|---------------------|
| 1987. 3.18 | 0.846 | 1 | 1.238 | 143 |
| 5.29 | 0.192 | 0 | 0 | 421 |
| 6.15 | 0.962 | 1.68 | 1.82 | 187 |
| 7. 2 | 0.231 | 0.667 | 3.467 | 681 |
| 12.23 | 0.192 | 0.800 | 5.20 | 940 |
| 1988. 2.10 | 0.346 | 0.889 | 2.889 | 478 |
| 3. 9 | 0.385 | 3.2 | 9.244 | 1085 |
| 5.30 | 0.385 | 1.6 | 4.622 | 623 |
| 6. 3 | 0.385 | 1.429 | 2.857 | 372 |
| 6.30 | 5.73 | 12.48 | 2.193 | 137 |
| 7.14 | 3.4 | 8.071 | 2.402 | 170 |
| 7.20 | 1.16 | 2.483 | 2.217 | 208 |
| 7.28 | 0.8 | 0.9 | 1.184 | 144 |
| 8. 5 | 0.4 | 3.2 | 8.889 | 1039 |
| 8.11 | 1.04 | 2.769 | 2.769 | 274 |
| 8.25 | 0.64 | 2.375 | 3.958 | 453 |
| 9. 8 | 0.4 | 3.2 | 8.889 | 1039 |
| 9.14 | 1.56 | 6.462 | 4.251 | 390 |
| 9.20 | 1.28 | 3.938 | 3.175 | 296 |
| 10.11 | 0.44 | 0.545 | 1.364 | 264 |

相対精度: $D = 0.2$ (但し平均密度 0.1 以下は除いた)

$I\delta$ によって幼虫の分布型を見た場合、密度が低い時には $I\delta$ は大きくばらつくが、総じて高い傾向にあり、高密度でも $I\delta > 2$ で強い集中分布を示している。

また、 $m - \bar{m}$ 回帰関係は $m^* = 0.6862 + 2.1173 m$ ($r = 0.928$) となり、 $I\delta$ 同様に集中分布を示す。

つぎに、 $I\delta$ および $m - \bar{m}$ 関係を用いて密度調査を行うために必要な調査本数を次式によって求め、図-5 に示した。

$$n > \frac{t^2}{D^2} \left(I\delta \circ - 1 + \frac{1}{x} \right) \quad D: \text{相対誤差} \quad t: \text{危険率}$$

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{x}} + \beta - 1 \right)$$

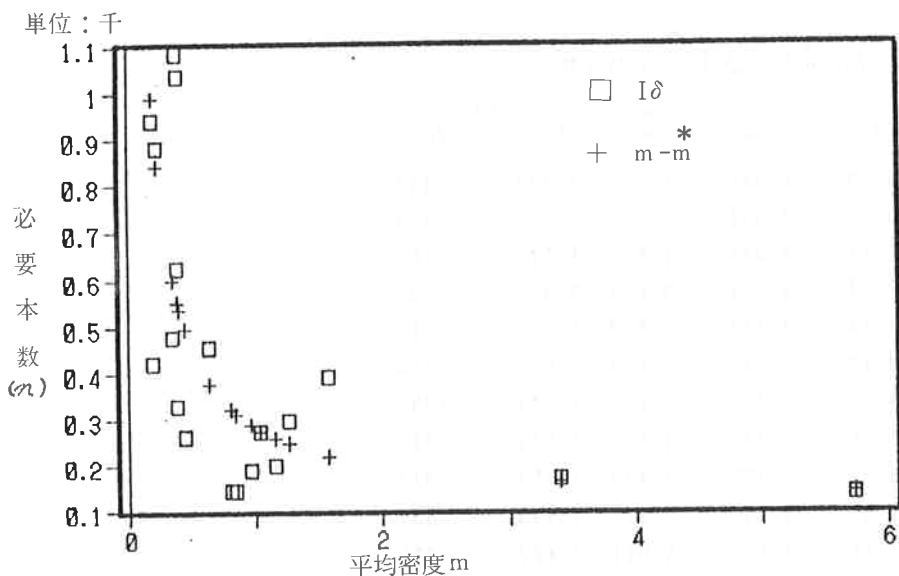


図-5 平均密度と必要調査本数

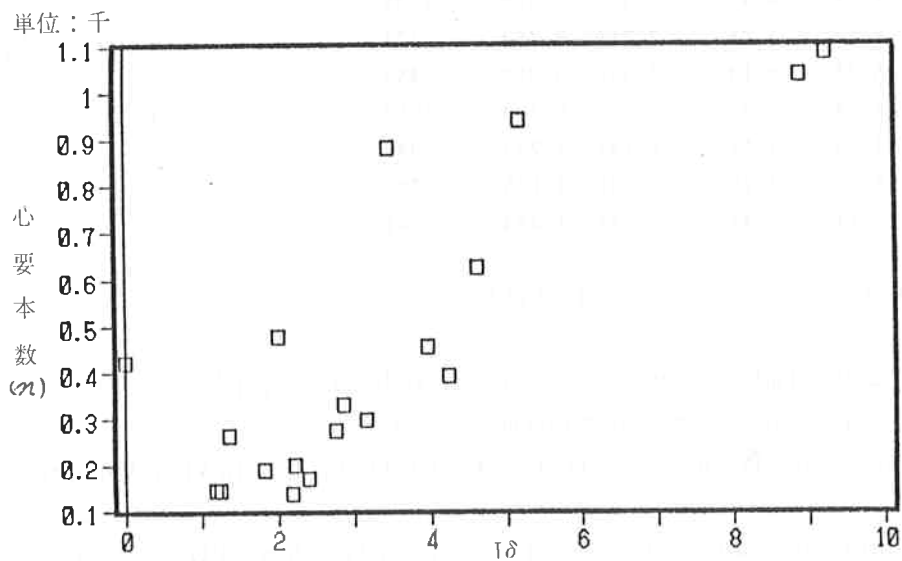


図-6 $I\delta$ と必要調査本数の関係

これらの式から必要調査本数は $I\delta$ を用いる場合には $I\delta$ が大きく平均密度が小さいほど、 $m-m^*$ 関係を用いる場合には $\frac{\alpha}{\beta}$ 、 β が大きく平均密度が小さいほど多くなることが明かである。このため、必要調査本数は $I\delta$ を用いた場合は図-6 に示すとおり低密度時にはかなり大きくなり、密度が高くなるにしたがって減少する。

一方、 $m-m^*$ 関係の場合は、 $\frac{\alpha}{\beta}$ 、 β が一定であるので平均密度によって決定され、必要調査本数は低密度になるほど急激に増加する。

両式から求めた必要調査本数を比較した場合、一概に優劣を決めることはできないが、特定の分

布型を前提としない点や平均密度を知るだけでサンプリング調査の計画を立てることができる点で、 m - \hat{p} の利便性が高いといえよう。

前述のようにキオビエダシヤク幼虫の分布様式は集中度が高く、従来の方法を用いて精度の高い密度推定を行うためには数多くの調査木で、全数調査を毎回行わなければならない。しかし、発生予察のための巡回調査ではこのような調査は実際上きわめて困難であり、省力的な方法を検討する必要がある。

河野・杉野⁷⁾はニカメイチュウの被害茎率 (P) と株あたりの幼虫密度 (m) との間に次の関係が成り立つことを経験的に明らかにした。

$$P = 1 - e^{-am^b}$$

これは、飽和型の曲線で、 $\log_e m = \log_e \{-\log_e (1 - p)\}^{1/b}$ と変形すると、両対数上で直線関係となる。同様の関係がキオビエダシヤクでも成立すれば、直接虫数を数えないで簡易に密度を推定することが可能と考えられる。図-7に幼虫の単木あたりの平均密度と幼虫の存在率の関係を示した。そこで、まず幼虫が存在する株の割合をp、その時の幼虫密度をmとして、 $\log_e m$ と $\log_e \{-\log_e (1 - p)\}^{1/b}$ との間に直線関係が成り立つかを知るため、単回帰分析を行った。その結果、図-8に示すとおり

$$\log_e m = 0.5587 + 0.8811 \log_e \{-\log_e (1 - p)\} \\ (r^2 = 0.9564^{**})$$

の関係が認められ、存在率からイヌマキ林でのキオビエダシヤク幼虫密度の推定は可能と考えられた。

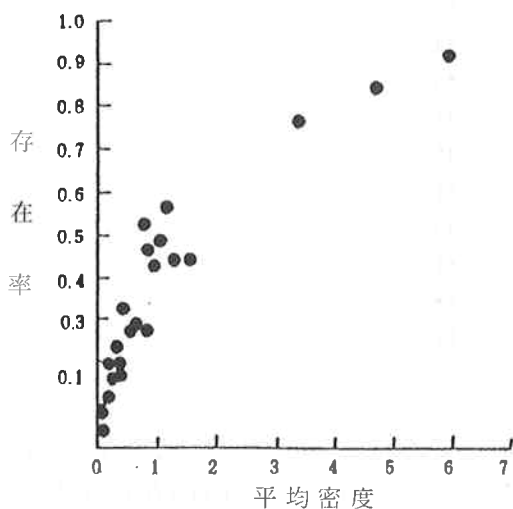


図-7 平均密度と存在率の関係

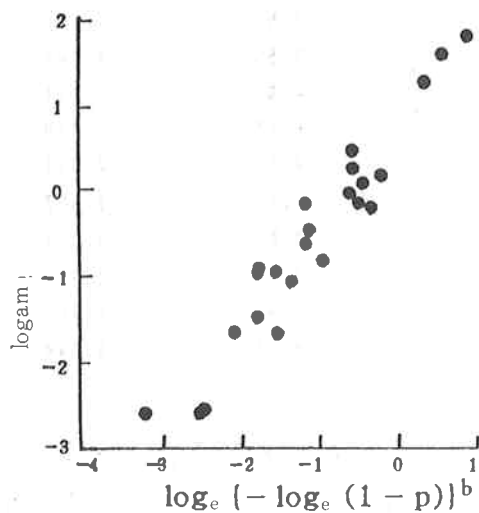


図-8 存在頻度法の適用と直線性

久野⁸⁾は幼虫密度の推定と特定の精度で推定するために必要な調査本数を次式で与えている。

$$\text{幼虫密度 } m = \{-1 / a \log_e^b (1 - p)\}^{1/b}$$

$$\text{必要調査本数 } qD = 1 / D^2 \cdot 1 / b^2 \cdot P / 1 - p \{-\log_e (1 - p)\}^{-2}$$

D：相対精度

上式を用いて存在率からイヌマキ一本あたりの個体数の推定値と必要調査本数を求めて表-2に示した。この方法を用いた場合、必要調査本数がかかなり減少し、しかも調査が簡単なため、時間的、労力的負担の軽減を図ることが期待できる。ただし、この方法を適用する場合も全数調査による予備調査を行って常数 a、b を予め推定しておく必要がある。(林分環境に大きな変化が生じない限り、毎回行う必要はないと考えられる。)

表-2 存在率(p)と平均密度推定値(m)の関係および必要調査本数(n)

| 存在率 (p) | 平均密度 推定値(m) | 必要調査 本数(n) |
|------------|----------------|---------------|
| 0.02 | 0.042 | 1386 |
| 0.04 | 0.085 | 623 |
| 0.06 | 0.129 | 462 |
| 0.08 | 0.174 | 347 |
| 0.1 | 0.22 | 278 |
| 0.15 | 0.339 | 186 |
| 0.2 | 0.465 | 140 |
| 0.25 | 0.6 | 112 |
| 0.3 | 0.744 | 94 |
| 0.35 | 0.899 | 81 |
| 0.4 | 1.066 | 71 |
| 0.45 | 1.247 | 64 |
| 0.5 | 1.446 | 58 |
| 0.55 | 1.666 | 54 |
| 0.6 | 1.911 | 50 |
| 0.65 | 2.019 | 47 |
| 0.7 | 2.511 | 45 |
| 0.75 | 2.892 | 44 |
| 0.8 | 3.357 | 43 |
| 0.85 | 3.957 | 44 |
| 0.9 | 4.803 | 48 |
| 0.95 | 6.249 | 59 |

一方、集中分布する動物の分布様式は負の二項分布に従うことが知られており、塩見^{2・9)}は、個体数の区画あたりの度数分布が負の二項分布に従う場合を前提にして、予備調査を要しない密度推定法を開発している。この方法のキオビエダシヤクに対する適用の可否を明らかにするため、幼虫の密度分布が負の二項分布に従うかどうかについて検討した。負の二項分布は $(q-p)^{-k}$ を展開することによって示され、多くの動物の分布型がこれに従うとされており、増殖、移入、移出の過程を伴っている動物個体群の株あたり個体数は、実験的にも理論的にも負の二項分布に従うことが証明されている。¹⁰⁾ここにpは任意の1個体がどれかの区(単木)に出現する確率であ

るが、 q は二項分布の場合と異なって $1 + p$ である。負の二項分布の k と p は次の式で推定される。

$$\hat{K} = \frac{\bar{x}^2}{S^2 - \bar{x}} \quad P = \frac{m}{\hat{K}}$$

図-9~10に樹間分布の解析に使用した各調査時における幼虫数の頻度とその時の負の二項分布から求めた理論値の関係を示した。これらのことからキオビエダシク幼虫の分布は負の二項分布に適合し、簡易な密度推定法として実効性が高いと考えられた。なお、塩見は現場で直接活用できるようなグラフ法を開発しているが、読み取りが困難であると思われた。しかし、今後、携帯用パソコンを活用することにより、直接現場で簡単に活用できるものと思われる。

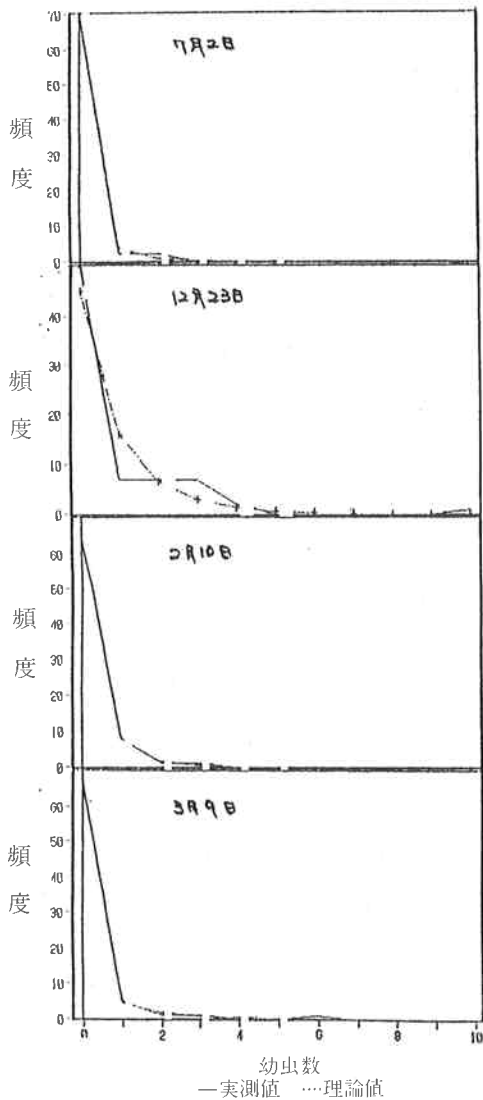


図-9 幼虫の頻度分布 (辺野喜)

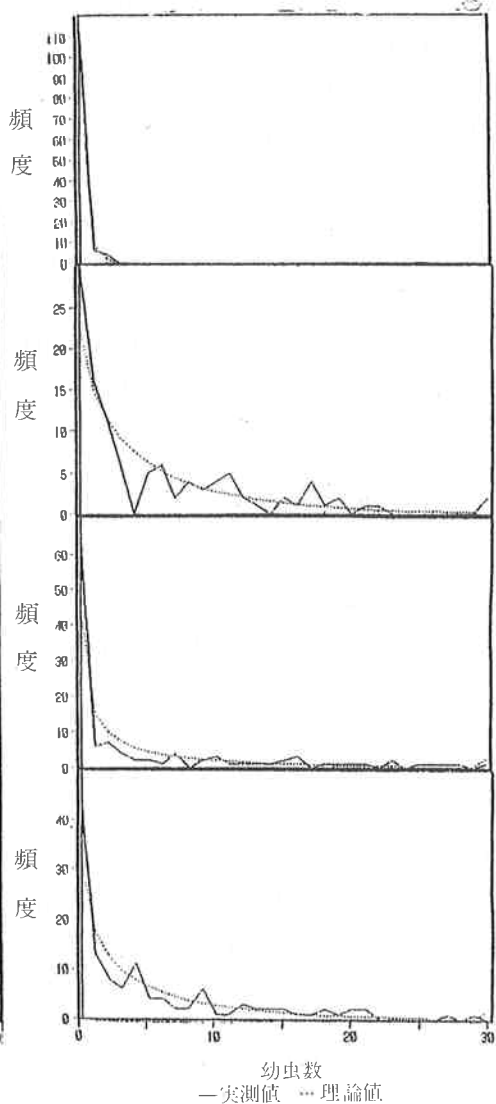


図-10 幼虫の頻度分布 (奥)

キオビエダシヤクは、個体数の増加が急激であるという発生生態から、個体群の動態について特に注意をはらう必要があるが、イヌマキ林の立地環境や経済性の面から、そのための調査はできるだけ簡便なのが望ましい。今後、これらの密度推定法、特に塩見の方法と幼虫が振動に対して懸垂落下する性質を利用した“ゆすり落し法”などの組合せによる、より省力的な密度推定法を検討していく必要がある。

ま と め

1) 樹間分布

同一林分内において密度の差が生ずる大きな要因として、イヌマキの樹高差が考えられ、したがって、サンプリングを行うにあたっては、個体数の分散が小さくなるように樹高をそろえる必要がある。また、大きな樹ほど幼虫数が多く被害を受けやすいと推察される。

2) 分布様式

分布様式が集中分布であることは I_p および $m \neq m^*$ 関係から明かであるが、その理由としては狭義の伝蕃過程すなわち成虫の産卵行動のほかにイヌマキの質的な不均一性が考えられる。

3) 密度推定と標本数

密度推定は I_p 、 $m \neq m^*$ 関係、存在頻度法によって可能であるが、調査に伴う労力や時間等、調査コスト面を考慮した場合、存在頻度法が優れていると考えられる。

4) 負の二項分布へのあてはめ

キオビエダシヤク幼虫の分布は負の二項分布によく適合し、しかも予備調査を要しないため、簡易な密度推定法として実効性が高いと考えられた。

引用文献

- (1) 具志堅 允 一：沖縄県林試研報、31、22～33、1988
- (2) 塩 見 正 衛：植物防疫、3、41、48～53、1987
- (3) 久 野 栄 二：九州農試 法、14、131～246、1968
- (4) 伊藤嘉昭・村井 実：動物生態学研究法（上巻）、35～73、1977、古今書院
- (5) 小 林 富士雄：林業試験場研究報告、272、85～124、1975
- (6) 一瀬 太良他：昆虫実験法（材料・実習編）261～226、1980、学会出版センター
- (7) 河野達郎・杉野多万司：応動昆、2(3)、184～187、1958
- (8) 久 野 栄 二：動物の個体群動態研究法 I — 個体数推定法 —、45、共立出版、1986
- (9) 塩 見 正 衛：植物防疫、32、7、277～282、1978
- (10) 塩 見 正 衛：個体群生態学会会報、25、2～5、1974

木質資源の肥料化に関する研究

—木質系堆肥の堆積期間と腐熟について—

生 沢 均
当 真 嗣 尊 *)

1. はじめに

堆肥は、昭和の初期までわが国の主要な肥料として広く用いられてきた。しかし、その製造は、多大な労力と長期間を要することから、入手が簡単でかつ速効性に優れた化学肥料が普及するにつれて、減少してきた。近年、化学肥料の連用、多用は、無機塩類の蓄積や土壌物理性の悪化を招いたことから、これら地力の偏りを補う重要な土壌改良資材として、堆肥の効用が再認識されるようになった。

一方、本県の森林資源は形質の不良な広葉樹で占められ、これらの有効利用が重要な課題となっている。

このようなことから、イタジイを主体とした県産広葉樹のチップダスト、オガクズおよびパークの堆肥化試験を行い、添加資材の効果と堆肥化期間の短縮化について報告した^{1.2.3.4.5)}。今回、これまでの資料から堆積期間と腐熟経過について発熱温度との関係を検討したので報告する。

なお、本研究は昭和60年に沖縄開発庁総合事務局より委託を受けて実施した「造林事業推進のための残廃材等高度利用調査」の1部である。

2. 木質堆肥の製造の方法および分析方法

木質系堆肥の主原料としてはパークの利用が主である。堆肥化のための副原料としては、畜産廃棄物、污泥等の産業廃棄物の利用が多く、尿素、硫酸その他過磷酸石灰等を添加し、成分調整も行われている⁶⁾。

一般的に生産されているパーク堆肥の添加剤は、パーク1t当り乾燥鶏糞50kg、C/N調整のため尿素10kgあるいは硫酸20kgである。これらの堆肥は肥料取締法では、特殊肥料に属し、重金属含有量に關しての規制がなされている。パーク堆肥生産組合におけるパーク堆肥の品質基準は、有機物含有量70%、N：1.2%以上、C/N：35以下、P₂O₅：0.5%以上、K₂O：0.3%以上、pH 5.5～7.5、CEC：70 me/100g、水分55～65%となっている⁶⁾。しかし、農業利用を目的とした木材廃棄物の堆肥化については、生育阻害が懸念されることから充分活用されていない。この理由としては、①有機物分解菌の増殖にともなう菌体への窒素のとりこみによる窒素飢餓。②易分解性物質の急激な分解によって生じるガスによる害。③有機物資材に含まれる作物生育阻害物質による障害、が考えられる⁷⁾。

しかし、十分にその性質、製造方法が明らかにされれば、より一層農業利用が拡大するものと考えられる。

本研究では、主として本県の木材廃棄物として生産されてくる、シイ等を主体とした広葉樹のチップダスト、パークについて前回実施した試験^{1.2.3.4.5)}のうち、チップダスト、パークの副原料の添加資材(鶏糞・尿素)の影響を調査するための製造試験(昭和61年6月実施)、およびチップダスト堆肥

*) 農業試験場

化の短縮を目的とした添加資材（鶏糞・尿素・石灰窒素・種堆肥・微生物資材）の調査結果（昭和62年7月実施）を用いた。

堆積量は各処理区とも500kg、堆積期間は6カ月である。温度測定は各処理区の中心部で随時測定を行った。切り返しは、2週間後、4週間後、2カ月後、4カ月後、の4回である。一般分析のうちpH、窒素、CEC等の分析は、各切り返し毎にサンプリングを行い、風乾後（70℃）堆きゅう肥等有機物分析法⁸⁾により行なった。また、木材成分分析はJIS規格の分析法で実施した。

表-1 チップダスト・バークの添加材影響試験区の添加量

| 試 験 区 | | 尿 素 添 加 量 | 鶏 糞 添 加 量 |
|-------------|-------------|-----------|-----------|
| 1) 無添加区 | (切 返 し 有) | 0 | 0 |
| 2) 尿素区 | (切 返 し 有) | 10kg / t | 0 |
| 3) 尿素 + 鶏糞区 | (切 返 し 有) | 10kg / t | 50kg / t |
| 4) 鶏糞区 | (切 返 し 有) | 0 | 50kg / t |
| 5) 尿素 + 鶏糞区 | (切 返 し 無) | 10kg / t | 50kg / t |

表-2 チップダスト堆肥短縮試験区の添加材添加量

| 試 験 区 | 尿 素 | 石 灰 窒 素 | 種 堆 肥 | 微 生 物 資 材 | 鶏 糞 |
|----------------|--------|---------|--------|-----------|--------|
| | (kg/t) | (kg/t) | (kg/t) | (ℓ/t) | (kg/t) |
| ① 尿 素 区 | 10 | 0.0 | 0 | 0 | 50 |
| ② 石 灰 窒 素 区 | 0 | 20.6 | 0 | 0 | 50 |
| ③ 尿 素・種堆肥区 | 10 | 0.0 | 50 | 0 | 50 |
| ④ 石 灰 窒 素・種堆肥区 | 0 | 20.6 | 50 | 0 | 50 |
| ⑤ 尿 素・微生物資材区 | 10 | 0.0 | 0 | 2 | 50 |

3. 試験結果および考察

図-1~3に、各処理区の堆積日数と温度変化の関係を示す。前報^{2,3,5)}で堆肥の経時的な温度変化について考察を行い、添加材の種類や切り返しによって各処理区の発熱温度に差異があることを明らかにした。この発熱現象は、堆肥中の微生物活動によって発生するものであり、堆肥化は微生物活動によって進行することから、腐熟の度合は発熱量の総量すなわち積算温度で推測することが可能と考えられる。

また、Poincelot⁹⁾は、堆肥化の進行によって堆肥中の微生物相が異なるが、堆肥化は40℃以上の高温域を好む微生物群によって進行するとしている。そこで、表-3~12に示したそれぞれの化学分析値と堆肥の温度の単純な積算温度および40℃以上を有効温度とした場合の積算温度との関係を検討し、表-13~14に示した。

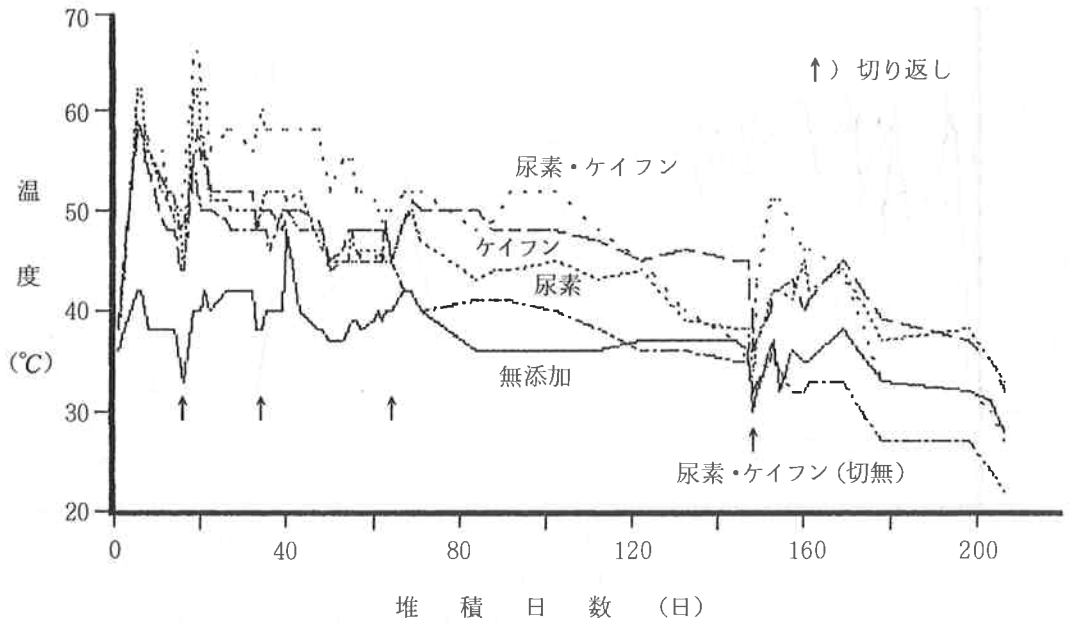


図-1 バーク堆肥の堆積期間中の温度変化

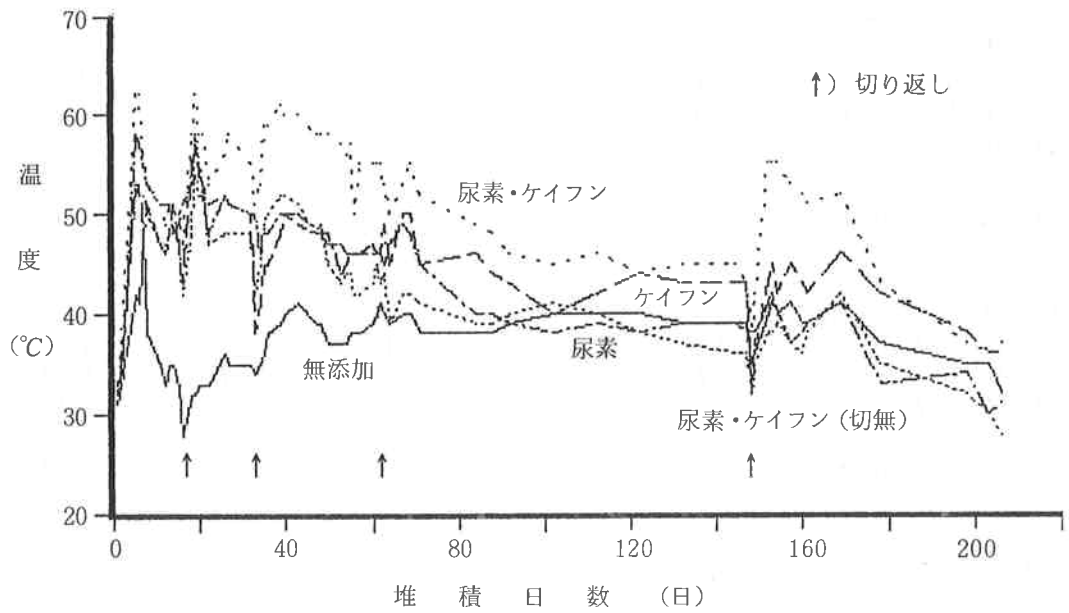


図-2 チップダスト堆肥の堆積期間中の温度変化

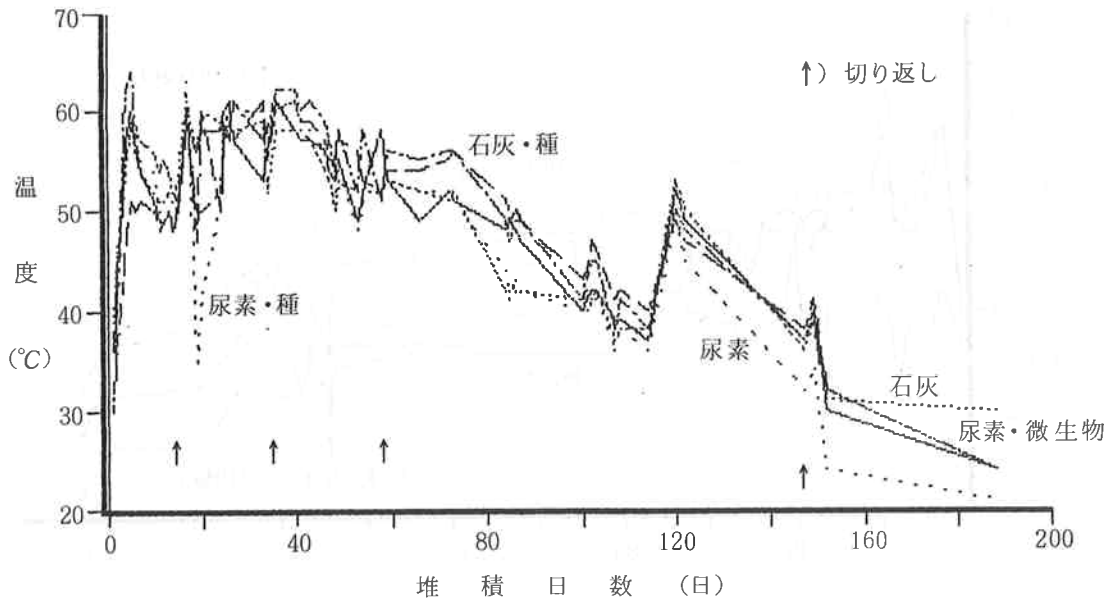


図-3 チップダスト堆肥短縮化試験における温度変化

表-3 バーク・チップダストの添加材影響試験における pH (H₂O) の変化

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1回 (6/13) | 2回 (6/30) | 3回 (7/31) | 4回 (10/1) | 最終 (12/2) |
| チップダスト | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 6.29 | 5.69 | 6.23 | 6.13 | 6.50 |
| 2) 尿 素 | 8.43 | 8.27 | 7.92 | 7.72 | 7.11 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 7.98 | 6.53 | 6.00 | 6.62 | 7.27 |
| 4) 鶏 糞 | 5.89 | 6.23 | 6.89 | 6.93 | 7.15 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 6.52 |
| バーク | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 5.42 | 5.90 | 6.57 | 6.38 | 6.95 |
| 2) 尿 素 | 8.64 | 8.23 | 7.49 | 7.92 | 7.76 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 8.74 | 7.88 | 6.78 | 7.74 | 8.04 |
| 4) 鶏 糞 | 5.86 | 6.50 | 6.87 | 7.56 | 8.45 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 7.27 |
| 原料 | | | | | |
| チップダスト | 5.16 | | | | |
| バーク | 4.92 | | | | |
| 鶏糞 | 8.51 | | | | |

表-4 チップダスト堆肥化短縮試験における pH (H₂O) の変化

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | 1 回 (7 / 10) | 2 回 (7 / 28) | 3 回 (8 / 27) | 4 回 (10 / 26) | 最終 (1 / 5) |
| ① 尿 素 区 | 6.4 | 6.5 | 6.7 | 6.8 | 7.0 |
| ② 石 灰 窒 素 区 | 7.5 | 8.1 | 7.9 | 8.2 | 8.1 |
| ③ 尿 素・種 堆 肥 区 | 6.5 | 6.9 | 6.9 | 6.8 | 7.0 |
| ④ 石 灰 窒 素・種 堆 肥 区 | 7.2 | 7.7 | 7.8 | 8.3 | 8.1 |
| ⑤ 尿 素・微 生 物 資 材 区 | 6.7 | 6.8 | 7.1 | 7.3 | 7.1 |
| チップダスト | 5.6 | | | | |
| 種 堆 肥 | 6.4 | | | | |
| 鶏 糞 | 9.4 | | | | |

表-5 バーク・チップダストの添加材影響試験における有機態炭素量の変化 (乾物当り)

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 1 回 (6 / 13) | 2 回 (6 / 30) | 3 回 (7 / 31) | 4 回 (10 / 1) | 最終 (12 / 2) |
| チップダスト | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 1) 無 添 加 | 43.6 | 40.1 | 47.7 | 48.9 | 47.4 |
| 2) 尿 素 | 42.5 | 38.7 | 48.1 | 48.6 | 46.6 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 41.9 | 35.8 | 46.6 | 47.2 | 47.1 |
| 4) 鶏 糞 | 39.8 | 42.0 | 47.5 | 45.8 | 42.7 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 46.7 |
| バーク | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 38.2 | 41.8 | 48.4 | 46.9 | 47.4 |
| 2) 尿 素 | 37.8 | 45.9 | 48.1 | 46.9 | 49.8 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 34.8 | 43.8 | 42.5 | 43.0 | 44.4 |
| 4) 鶏 糞 | 37.8 | 43.5 | 46.2 | 46.6 | 46.9 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 44.7 |
| 原料 | | | | | |
| チップダスト | 44.0 | | | | |
| バーク | 43.6 | | | | |
| 鶏 糞 | 22.5 | | | | |

表-6 チップダスト堆肥化短縮試験における有機態炭素量の変化 (乾物当り)

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | 1 回 (7 / 10) | 2 回 (7 / 28) | 3 回 (8 / 27) | 4 回 (10 / 26) | 最終 (1 / 5) |
| ① 尿 素 | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| ② 石 灰 窒 素 | 44.5 | 41.0 | 40.2 | 41.0 | 43.4 |
| ③ 尿 素・種 堆 肥 | 40.0 | 45.1 | 42.1 | 39.7 | 38.4 |
| ④ 尿 素・種 堆 肥 | 40.3 | 42.0 | 42.5 | 43.8 | 42.5 |
| ⑤ 石 灰 窒 素・種 堆 肥 | 42.5 | 39.6 | 40.7 | 41.5 | 41.1 |
| ⑥ 尿 素・微 生 物 資 材 | 37.8 | 32.5 | 41.2 | 43.9 | 42.9 |
| チップダスト | 43.2 | | | | |
| 種 堆 肥 | 41.8 | | | | |
| 鶏 糞 | 18.8 | | | | |

表-7 バーク・チップダストの添加材影響試験における全窒素量の変化（乾物当り）

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 1 回 (6 / 13) | 2 回 (6 / 30) | 3 回 (7 / 31) | 4 回 (10 / 1) | 最終 (12 / 2) |
| チップダスト | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 1) 無 添 加 | 0.04 | 0.16 | 0.12 | 0.15 | 0.20 |
| 2) 尿 素 | 0.39 | 0.52 | 0.64 | 0.70 | 0.71 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 0.53 | 1.00 | 1.31 | 1.51 | 2.25 |
| 4) 鶏 糞 | 0.21 | 0.34 | 0.43 | 0.34 | 0.72 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 0.63 |
| バーク | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 0.37 | 0.39 | 0.47 | 0.39 | 0.56 |
| 2) 尿 素 | 1.05 | 1.43 | 1.51 | 1.36 | 1.74 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 1.24 | 1.82 | 2.11 | 2.43 | 2.86 |
| 4) 鶏 糞 | 0.53 | 0.74 | 0.68 | 0.78 | 1.05 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 1.57 |
| 原料 | | | | | |
| チップダスト | 0.06 | | | | |
| バーク | 0.29 | | | | |
| 鶏 糞 | 2.72 | | | | |

表-8 チップダスト堆肥化短縮試験における全窒素量の変化（乾物当り）

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | 1 回 (7 / 10) | 2 回 (7 / 28) | 3 回 (8 / 27) | 4 回 (10 / 26) | 最終 (1 / 5) |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| ① 尿 素 | 0.61 | 1.02 | 1.21 | 1.78 | 2.24 |
| ② 石 灰 窒 素 | 0.88 | 1.08 | 1.17 | 1.71 | 2.03 |
| ③ 尿 素・種堆肥 | 0.84 | 1.07 | 1.40 | 1.95 | 2.45 |
| ④ 石 灰 窒 素・種堆肥 | 0.65 | 1.15 | 1.33 | 1.86 | 2.48 |
| ⑤ 尿 素・微生物資材 | 0.62 | 0.96 | 1.19 | 1.72 | 2.05 |
| チップダスト | 0.23 | | | | |
| 種堆肥 | 3.23 | | | | |
| 鶏 糞 | 2.94 | | | | |

表-9 バーク・チップダストの添加材影響試験における炭素率の変化

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1回 (6/13) | 2回 (6/30) | 3回 (7/31) | 4回 (10/1) | 最終 (12/2) |
| チップダスト | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 1089 | 251 | 227 | 326 | 237 |
| 2) 尿 素 | 109 | 74 | 75 | 69 | 66 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 79 | 36 | 35 | 31 | 21 |
| 4) 鶏 糞 | 189 | 124 | 110 | 135 | 59 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 74 |
| バーク | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 103 | 107 | 103 | 120 | 85 |
| 2) 尿 素 | 36 | 32 | 32 | 34 | 29 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 28 | 24 | 20 | 18 | 16 |
| 4) 鶏 糞 | 71 | 59 | 68 | 60 | 45 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 28 |
| 原料 | | | | | |
| チップダスト | 733 | | | | |
| バーク | 151 | | | | |
| 鶏糞 | 8 | | | | |

表-10 チップダスト堆肥化短縮試験における炭素率の変化

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| | 1回 (7/10) | 2回 (7/28) | 3回 (8/27) | 4回 (10/26) | 最終 (1/5) |
| | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| ① 尿 素 | 76.5 | 41.9 | 33.8 | 23.6 | 20.3 |
| ② 石 灰 窒 素 | 47.6 | 43.7 | 37.1 | 23.8 | 19.5 |
| ③ 尿 素・種堆肥 | 51.0 | 41.2 | 31.5 | 23.3 | 18.0 |
| ④ 石 灰 窒 素・種堆肥 | 67.9 | 36.1 | 31.3 | 23.2 | 17.3 |
| ⑤ 尿 素・微生物資材 | 63.7 | 35.5 | 35.4 | 26.4 | 21.6 |
| チップダスト | 192.0 | | | | |
| 種堆肥 | 13.7 | | | | |
| 鶏糞 | 6.6 | | | | |

表-11 バーク・チップダストの添加材影響試験におけるCECの変化

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | 1 回 (6 / 13) | 2 回 (6 / 30) | 3 回 (7 / 31) | 4 回 (10 / 1) | 最終 (12 / 2) |
| チップダスト | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) |
| 1) 無 添 加 | 8.81 | 12.00 | 8.78 | 7.84 | 20.41 |
| 2) 尿 素 | 9.88 | 17.09 | 16.23 | 20.35 | 28.64 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 20.14 | 37.97 | 33.31 | 33.61 | 72.74 |
| 4) 鶏 糞 | 12.30 | 20.23 | 20.31 | 19.87 | 44.18 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 48.09 |
| バーク | | | | | |
| 1) 無 添 加 | 30.85 | 33.99 | 35.12 | 31.37 | 42.54 |
| 2) 尿 素 | 30.80 | 29.54 | 25.66 | 37.83 | 56.51 |
| 3) 尿 素 + 鶏 糞 | 38.96 | 45.13 | 73.44 | 74.25 | 82.65 |
| 4) 鶏 糞 | 33.40 | 36.33 | 34.31 | 64.65 | 76.29 |
| 5) 尿 素 + 鶏 糞 | — | — | — | — | 69.67 |
| 原料 | | | | | |
| チップダスト | 4.92 | | | | |
| バーク | 28.97 | | | | |
| 鶏糞 | — | | | | |

表-12 チップダスト堆肥化短縮試験におけるCECの変化(乾物当り)

| 試 験 区 | 切 返 し | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| | 1 回 (7 / 10) | 2 回 (7 / 28) | 3 回 (8 / 27) | 4 回 (10 / 26) | 最終 (1 / 5) |
| | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) | (me/100g) |
| ① 尿 素 | 25.8 | 34.9 | 45.2 | 58.2 | 82.4 |
| ② 石 灰 窒 素 | 21.7 | 28.2 | 40.9 | 65.0 | 94.1 |
| ③ 尿 素・種堆肥 | 29.0 | 37.6 | 47.8 | 65.9 | 87.9 |
| ④ 石 灰 窒 素・種堆肥 | 27.3 | 37.7 | 49.0 | 71.9 | 90.5 |
| ⑤ 尿 素・微生物資材 | 20.5 | 32.9 | 37.6 | 55.6 | 82.4 |
| チップダスト | 16.3 | | | | |
| 種堆肥 | 100.20 | | | | |
| 鶏糞 | 59.0 | | | | |

表-13 化学分析値と積算温度の関係
(パーク)

| | 積算温度 | 高温発酵積算温度 |
|-----|--------|----------|
| pH | 0.32* | 0.48** |
| CEC | 0.74** | 0.82** |
| C/N | -0.28* | -0.66** |
| N量 | 0.43** | 0.76** |

*) 5%有意
**) 10%有意

表-14 化学分析値と積算温度の関係
(チップダスト)

| | 積算温度 | 高温発酵積算温度 |
|-----|--------|----------|
| pH | 0.14 | 0.29* |
| CEC | 0.66** | 0.85** |
| C/N | -0.23 | -0.44** |
| N量 | 0.56** | 0.89** |

*) 5%有意
**) 10%有意

これらの結果、パーク、チップダストとも40℃以上の積算温度と化学分析値との相関が高く、Poincelot⁹⁾の指摘を裏付ける結果となった。また、これらの化学分析値のうちCECと全窒素量は特に相関が高い。しかし、全窒素量については人為的にコントロールでき、腐熟判定の指標として採用することには問題がある¹⁰⁾と、指摘されていることから、CECを指標とするのが良いと考えられる。図-4~7に、それぞれの処理区における40℃以上の積算温度と化学分析値の関係を示す。表中の回帰線はパーク堆肥では尿素+鶏フン添加区、チップダストでは、それぞれ種堆肥+鶏フン+尿素または石灰添加区、尿素+鶏フン区、石灰+鶏フン区の積算温度との関係を示したものである。

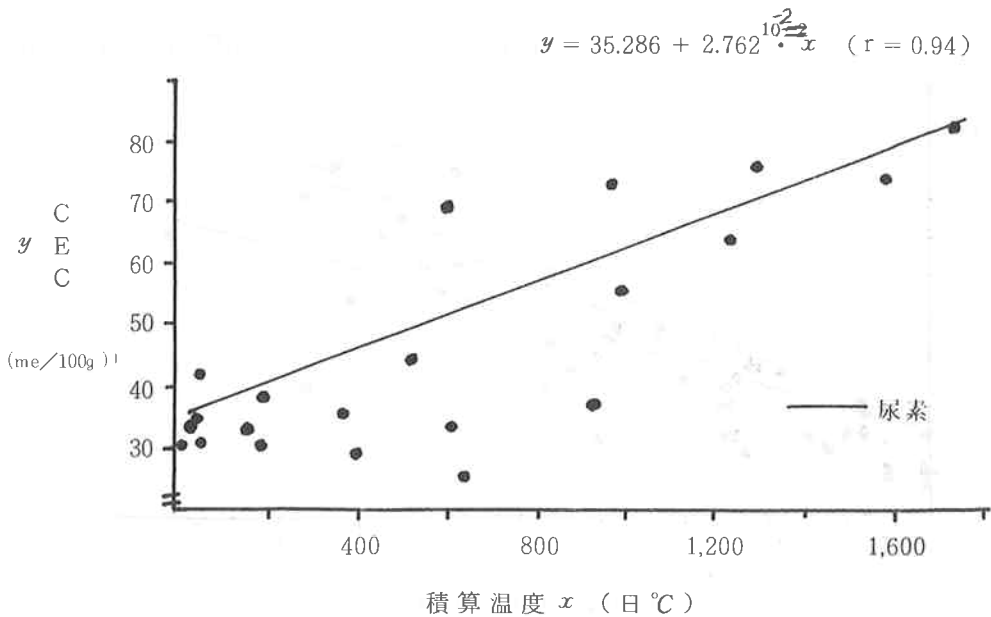


図-4 パーク堆肥高温段階積算温度とCECの関係

$$y = 1.177 + 9.100 \cdot 10^{-4} x \quad (r = 0.97)$$

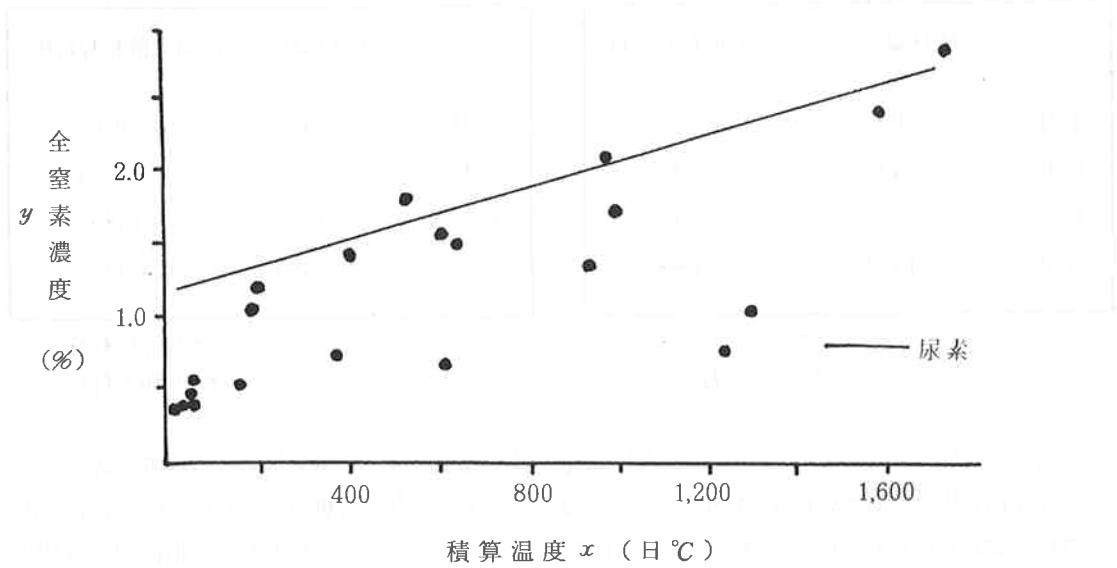


図-5 バーク堆肥高温段階積算温度と全窒素量の関係

--- 種堆肥 $y = 18.502 + 4.637 \cdot 10^{-2} x \quad (r = 0.95)$

---- 石灰 $y = 12.117 + 5.021 \cdot 10^{-2} x \quad (r = 0.94)$

—— 尿素 $y = 20.580 + 3.10 \cdot 10^{-2} x \quad (r = 0.76)$

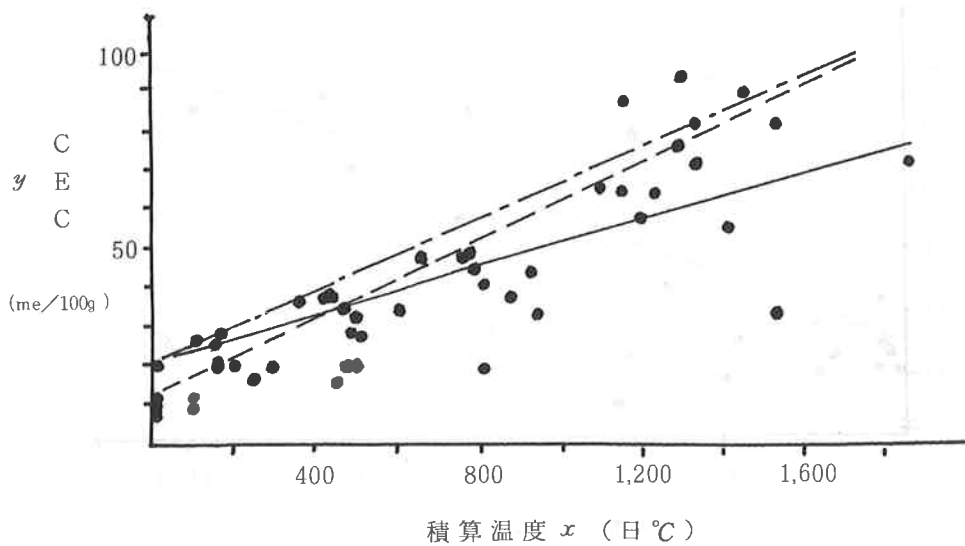


図-6 チップダスト堆肥高温段階の積算温度とCECの関係

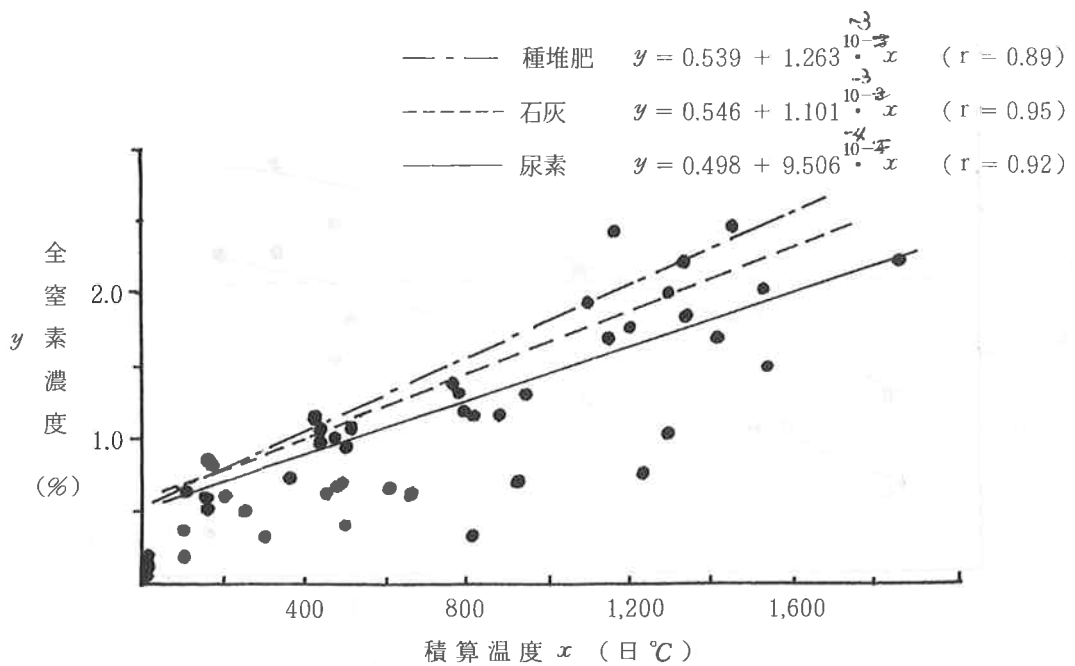


図-7 チップダスト堆肥高温段階の積算温度と全窒素量の関係 (40°C以上)

これらの図から、バークでは尿素・鶏フンを添加することによって堆肥化が促進され、チップダストの堆肥化は、種堆肥区>石灰区>尿素区の順で速やかに進行することが明かである。

図-8~9に、バークとチップダストに、それぞれ尿素と鶏フンを添加した区の40°C以上の積算温度とCECおよび全窒素量の関係を示した。

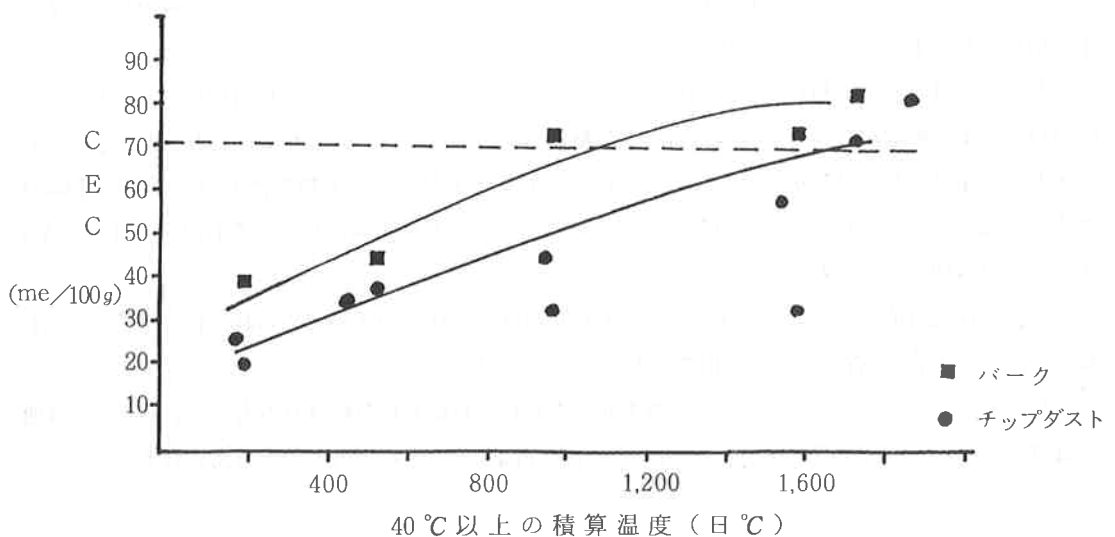


図-8 バークおよびチップダストの堆積過程とCEC

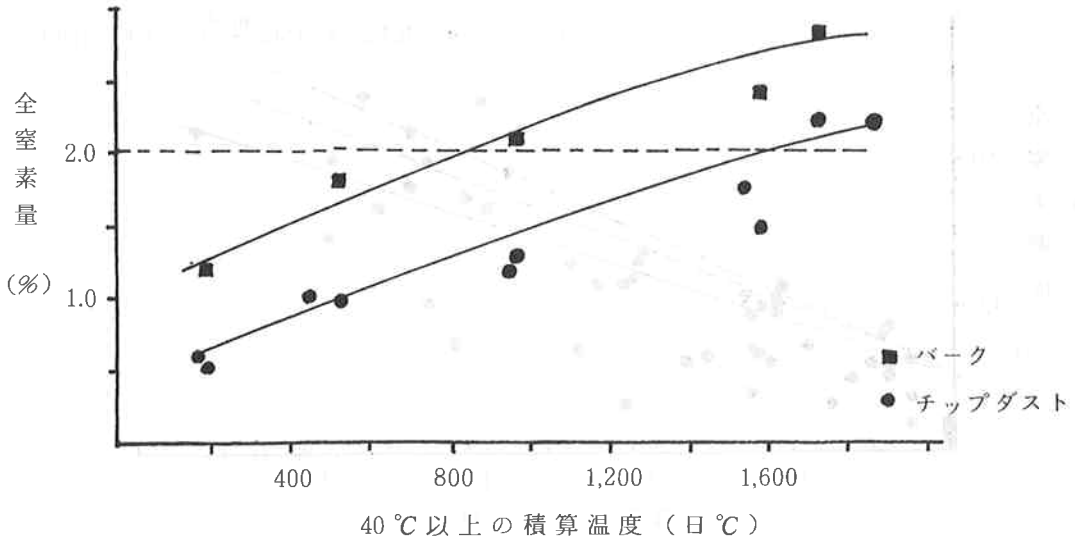


図-9 バークおよびチップダストの堆積過程と全窒素量

C E Cについては、 $70 \text{ me}/100\text{g}$ が腐熟堆肥の基準となっているが、その値に達する時期はバークでは概ね $1,000 \text{ 日}^\circ\text{C}$ 、チップダストでは $1,600 \sim 1,800 \text{ 日}^\circ\text{C}$ であった。また、全窒素量の基準値とされる 2% に達する時期はバークでは約 $800 \text{ 日}^\circ\text{C}$ 、チップダストでは約 $1,600 \text{ 日}^\circ\text{C}$ であった。なおこれらの積算温度は腐熟の目安にはなるが、堆肥化を促進するために人為的に高温処理を行う場合、与えられたエネルギーが必ずしも堆肥化に伴う発熱エネルギーに変化するとは考えられない。従って、高温処理が直接堆肥化の促進につながるかどうかは明らかではない。

表-15にチップダストの堆肥化短縮試験における木材成分表を、表-16にこれらの成分値と 40°C 以上の積算温度および C E C との関係を示す。

これらの木材成分値と積算温度の間には、 80% 硫酸不溶物、すなわち窒素化合物を含んだリグニンについては正の相関が、ヘミセルロース、還元糖割合については負の相関が認められたが、セルロースとの関係は明かではなかった。このことについて井ノ子¹¹⁾は、還元糖割合 35% を腐熟の判定基準として報告しているが、今回の試験では最終時点ではこの基準を満たしているものの、ばらつきが大きく良好な関係はみられなかった。

また、木材成分値と C E C の関係についても積算温度と同様な関係が認められ、特にリグニンは Mileer の報告¹²⁾ を肯定する高い相関 ($r = 0.84$) が認められた。

これはセルロース、ヘミセルロースが堆肥化の進行により徐々に分解されるものの、リグニンは他の成分に比較して分解速度が遅いため、徐々に比率が高まることによるものと考えられる。

《摘要》

1. バークおよびチップダストの堆肥化に伴う発熱温度と腐熟との関係について、化学分析値と木材成分値の推移から検討した。
2. 堆肥の腐熟程度は、堆積期間中の40°C以上の積算温度によって把握することが可能である。
3. 腐熟程度の判定指標としてはCECが適当である。
4. バークは尿素・鶏フンを添加することによって堆肥化が促進される。
5. チップダストの堆肥化のための添加物は石灰種堆肥が最適である。
6. バーク、チップダストの堆積期間はそれぞれ1,000日°C、1,600~1,800日°Cが目安となる。

《引用文献》

- 1) 生沢均：造林事業推進のための残廃材等高度利用調査報告（Ⅰ）、肥料化試験、20~24、昭61
- 2) 生沢均、当真嗣尊、東恩納良徳： “ (Ⅱ)、肥料化試験、11~26、昭62
- 3) 生沢均、当真嗣尊、喜名景秀： “ (Ⅲ)、肥料化試験、10~18、昭63
- 4) 生沢均、伊良波幸和、喜名景秀： “ (Ⅳ)、肥料化試験、10~20、平元
- 5) 生沢均、伊良波幸和、当真嗣尊、東恩納良徳： “ (Ⅴ)、肥料化試験、34~61、平2
- 6) 河田弘：バーク（樹皮）堆肥 博友社 昭60
- 7) 藤原俊六郎：日本土壤肥料学雑誌、56、3、P 173~174、1985
- 8) 農林水産省農蚕園芸局農産課：堆きゅう肥等有機物分析法 昭54
- 9) POINCELOT, R. P. : Comp. Sci, 15 (3), 24~31, 1974
- 10) 佐藤俊：林試研報 No. 334、53~146、1985
- 11) 井ノ子昭夫、原田靖生、菅原和夫：農技研報告 B 33、165~213、1982
- 12) MILLER, H. C., SMITH, F. B. and D. E. BROWN : J. Ameri. Soc. Agron, 28, 753~766, 1936
~~766, 1936~~

県産材の材質に関する研究(Ⅲ)

— イジュ・エゴノキの人工乾燥スケジュールの推定 —

嘉手苺 幸 男

1. はじめに

沖縄産有用樹種であるイジュ・エゴノキについて急速乾燥試験による2.5 cm厚板材の人工乾燥スケジュールの推定および急速乾燥時において乾燥試験片に発生する厚さ方向、幅方向の収縮、ねじれの発生状況について検討するとともに、6ヶ月間の水中貯木を行ったイジュ・エゴノキについても同様な急速乾燥試験を行い、水中貯木による木材の応力緩和状態および乾燥特性の調査を行った¹⁾。

2. イジュ・エゴノキの概要

1) イジュ

常緑広葉樹、高さ20m、胸高直径1mに達し、比較的通直な幹とやや硬い小枝を持っている。琉球列島の固有種で、沖縄地方では各島の山地に多く伐採跡地や、焼跡に繁殖する陽樹である。庭園樹、公園樹、街路樹としても植栽される。

心材・辺材の境界は不明瞭であるが、心材は淡褐色、辺材は灰白色をし、老木では心材は黒褐色になる。年輪は明かであるが、しばしば交錯木理をもつ。

気乾比重は0.65~0.80、平均0.72程度であって、沖縄産広葉樹の中においては重硬な部類に属する。したがって、各種の強度値は高いが、含水率の変化に対する膨潤・乾縮量も大きい。交錯木理のためしばしば材面に逆目が生じる。耐朽性・保存性は高い。

材は建材(柱、梁、桁、床板)、工芸材料、などに利用されている^{2,3)}。

2) エゴノキ

落葉中高木、高さ10m、胸高直径30cmに達する。通直な樹幹を持つが、根株からの分枝が多い。日本全域、朝鮮、台湾、中国、フィリピンなど温帯から亜熱帯地域にかけて分布し、沖縄地方では、各島の山地に自主し、伐採跡地、新開地に群落をつくることもある。

心材・辺材とも黄白色あるいは淡黄褐色で、心材・辺材の区別ははっきりしない。年輪が比較的明かな材である。

気乾比重は0.46~0.64、平均0.55程度であるがばらつきが大きいようである。含水率の変化に対する膨潤・乾縮量は、比重相応の値を示し特に小さくない。各種の強度値に概して中庸である。

材は建材(床柱)、器具(柄、ステッキ、玩具)、沖縄地方ではもっぱら琉球漆器の素材として利用される^{2,3)}。

3. 試験方法

1) 供試木

供試木のイジュ・エゴノキは、国頭村辺野喜県有林 49 林班内より採取した。

伐倒後すみやかに、製材を行い、所定の板目板の生材乾燥試験片 16 枚を製作した。一部は、製材後、貯木槽にて水中貯木を行い 6 ヶ月後に同様な乾燥試験片 16 枚を製作し供試試験片とした。

2) 急速乾燥試験および測定項目

急速乾燥試験、含水率、収縮率、ねじれ、初期割れ、断面変形、内部割れについての測定方法は、前報のとおりである⁴⁾。

4. 結果および考察

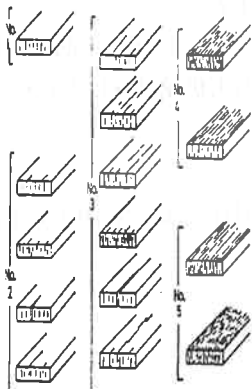
1) 急速乾燥試験

(1) 欠点の程度および乾燥スケジュールの推定

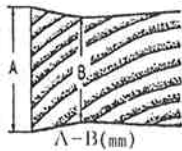
急速乾燥試験で現れた初期割れ、断面変形、内部割れなどの各々の欠点を 5 段階で評価した⁵⁾。これに基づいた観察結果とともに、イジュ・エゴノキ未処理材および 6 ヶ月の水中貯木材の 2.5 cm 厚材において推定された初期乾球温度、初期乾湿球温度差、末期乾球温度の乾燥条件を表 1 に示した。

表 1 イジュ・エゴノキの未処理材、水中貯木処理材の欠点および推定条件

| 試料 | 初期含水率 (%) | 欠点の程度 | | | 推定された条件 | | |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | | 初期割れ | 断面変形 | 内部割れ | 初期乾球温度 (°C) | 初期乾湿球温度差 (°C) | 末期乾球温度 (°C) |
| イジュ未処理 | 94.0 ~ 111.2 | No. 3 | No. 1 ~ No. 3 | No. 1 ~ No. 2 | 55 | 3.0 | 80 |
| イジュ水中貯木 | 107.2 ~ 112.5 | No. 2 ~ No. 3 | No. 2 ~ No. 3 | No. 1 | 55 | 3.0 | 80 |
| エゴノキ未処理 | 100.2 ~ 105.9 | No. 1 | No. 2 ~ No. 3 | No. 1 | 55 | 4.0 | 80 |
| エゴノキ水中貯木 | 134.7 ~ 144.7 | No. 1 | No. 1 | No. 1 | 60 | 5.0 | 80 |



初期割れの段階



糸巻状断面変形の測定法

糸巻状断面変形とその段階

| 変形の段階 | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 |
|---------|-------|---------|---------|---------|-------|
| A-B(mm) | 0~0.4 | 0.5~0.9 | 1.0~1.9 | 2.0~3.4 | 3.5~ |



No.1
●割れなし



No.2
●太い割れ1
●細い割れ2~4



No.3
●太い割れ2~4
●細い割れ5~9
●太い割れ1~2
●細い割れ3~5



No.4
●太い割れ5~10
●細い割れ10~15
●太い割れ3~5
●細い割れ6~9



No.5
●太い割れ2~4
●連続的な細い割れ

内部割れの段階

表-1のイジュ未処理材における結果より、初期割れの欠点の程度は、各試験材でNo. 3を示していることからすると、初期割れにおいては中庸な部類の樹種であることが考えられる。主に、木口割れが多く、材面割れは少ない。割れの発生は含水率が30%前後で最大となった、

断面変形の発生においてはNo. 1~No. 3を示しており、試験片によっては変形の程度にばらつきがある。これらのことから断面変形においては中庸からやや小さい値を示すことが考えられる。

内部割れの発生はNo. 1~No. 2を示している。一部に2~3の割れが発生したのを除けば内部割れの危険性は少ない樹種だと考えられる。

これらの結果より、急速乾燥試験において発生する各欠点に基づいて推定した2.5 cm厚板材のイジュ未処理材における乾燥スケジュール条件を表-2に示す。

生材から含水率60%までは初期乾球温度は55℃、乾湿球温度差3.0℃の条件下で乾燥を開始し、乾燥末期温度は80℃である。

イジュ水中貯木処理材においては初期割れ、断面変形ともに欠点の程度No. 2~No. 3を示しているが未処理材と比較して処理効果は小さい。内部割れにおいては、貯木処理を行うことにより、割れの発生は、認められなくなった。

水中貯木処理材の乾燥スケジュール条件は、水中貯木を行うことにより初期含水率が高くなるが、各種の欠点の改善が小さいことから、未処理と同様な条件が推定されたため表-2と同じスケジュール条件となった。

表-2 イジュ未処理材の推定スケジュール

| 含水率(%) | 乾球温度(°C) | 乾湿球温度差(°C) |
|---------|----------|------------|
| 生 - 60 | 55 | 3.0 |
| 60 - 50 | 55 | 4.0 |
| 50 - 40 | 55 | 6.0 |
| 40 - 35 | 55 | 11.0 |
| 35 - 30 | 60 | 20.0 |
| 30 - 25 | 60 | 28.0 |
| 25 - 20 | 65 | 28.0 |
| 20 - 15 | 70 | 28.0 |
| 15 - | 80 | 28.0 |

エゴノキ未処理材における欠点の程度は、断面変形がNo.2～No.3を示していることから断面変形については、中庸な部類の樹種であると考えられる。初期割れおよび内部割れはNo.1を示していることから、これらの欠点の発生に関してはほとんど問題はない樹種だと推定される。これらの欠点の発生状況から推定したエゴノキ未処理材の乾燥スケジュール条件を表-3に示す。生材から含水率60%までは初期乾球温度55°C、乾湿球温度差4.0°Cの条件下で乾燥を開始し、乾燥末期温度は80°Cとなった。

エゴノキ水中貯木処理材における初期割れ、内部割れは、未処理材と同様No.1を示した。断面変形においては、ほとんどがNo.1を示していることから、エゴノキでは、6ヶ月の水中貯木処理が断面変形の緩和にかなり有効な処理であると考えられ、乾燥スケジュール条件においても断面変形の欠点の程度が大きく減少したことから、初期乾球温度が60°C、乾湿球温度差が5.5°Cと条件を厳しくできる。乾燥スケジュール条件を表-4に示す。しかし初期含水率が140%前後と未処理材に比べ40%も増加する。

表-3 エゴノキ未処理材の推定スケジュール

| 含水率(%) | 乾球温度(°C) | 乾湿球温度差(°C) |
|---------|----------|------------|
| 生 - 60 | 55 | 4.0 |
| 60 - 50 | 55 | 5.5 |
| 50 - 40 | 55 | 8.5 |
| 40 - 35 | 55 | 14.0 |
| 35 - 30 | 55 | 22.0 |
| 30 - 25 | 60 | 28.0 |
| 25 - 20 | 65 | 28.0 |
| 20 - 15 | 70 | 28.0 |
| 15 - | 80 | 28.0 |

表-4 エゴノキ水中貯木処理材の推定スケジュール

| 含水率(%) | 乾球温度(°C) | 乾湿球温度差(°C) |
|---------|----------|------------|
| 生 - 70 | 60 | 5.5 |
| 70 - 60 | 60 | 8.0 |
| 60 - 50 | 60 | 11.0 |
| 50 - 40 | 60 | 20.0 |
| 40 - 35 | 60 | 28.0 |
| 35 - 30 | 60 | 28.0 |
| 30 - 25 | 65 | 28.0 |
| 25 - 20 | 70 | 28.0 |
| 20 - 15 | 75 | 28.0 |
| 15 - | 80 | 28.0 |

(2) 含水率10%での乾燥日数の推定

板厚 2.5 cm 材の I F 型人工乾燥室における乾燥日数は、イジュ・エゴノキの 100℃試験において、各試験材が含水率 1% になるまでに要する時間と、先に求めた初期乾湿球温度差を基にして、人工乾燥日数の推定図から各試験材の乾燥日数を求め、両者の平均値により 0.5 日単位で示した⁶⁾。

イジュ未処理材では 9.0 日、水中貯木材においては 8.5 日となり、乾燥日数では水中貯木の効果は小さい。次にエゴノキ未処理材の乾燥日数は 6.5 日、水中貯木材では 4.5 日となり、水中貯木を行うことにより 2.0 日の乾燥日数の短縮が推定された。

(3) 生材から絶乾状態における幅方向、厚さ方向の収縮について

イジュ未処理材および水中貯木材の生材から絶乾重量時に至るまでの幅方向、厚さ方向の収縮経過を図-1、2 に示した。未処理材、水中貯木材とも幅方向における絶乾時の収縮率は、未処理材 7.1%~9.6% の範囲内である。処理材では 6.1%~9.7% であり、処理材において収縮率のばらつきの値が大きい、平均収縮率においては処理のいかににかかわらずほぼ同様な収縮経過を示している。

厚さ方向の収縮率に関しては未処理材では 8.0%~10.8%、処理材で 7.7%~11.7% の値を示しており、処理材の収縮率においてばらつきが大きい、平均収縮率では収縮経過の過程において大きな差はない。

エゴノキ未処理材、水中貯木材についてもイジュと同様に行い収縮経過を図-3、4 に示した。

エゴノキ未処理材、水中貯木材における幅方向の絶乾時での収縮率は、未処理材 7.6%~9.9% の範囲内であった、処理材では 4.1%~5.4% の値を示しており、未処理材と比較して大きく減少している、収縮経過でも未処理材が含水率の減少とともに大きく収縮が増加を示しているのに対して、処理材では比較的緩やかな収縮経過を示している。

厚さ方向については、未処理材 4.2%~6.9% に対して、処理材では 2.1%~3.9% の値を示しており 40% 前後の収縮率の減少が見られ、エゴノキの水中貯木処理は幅方向および厚さ方向の収縮性の緩和にかなり有効な処理だと考えられる。



(4) ねじれ

イジュにおけるねじれの発生は、未処理、水中貯木について図-5に示す通りである両処理区とも含水率65%からねじれの発生が認められ、含水率の低下とともにねじれ量が増加しており絶乾時には4mm~18mm前後の値を示した。未処理ではS方向(左旋回)が1であった。水中貯木処理材においては旋回方向はS方向を示した。ねじれ量の緩和は未処理材と比較して処理の影響は無い。

エゴノキのねじれの発生は図-6に示す通りである。エゴノキはZ方向(右旋回)を示し、ねじれの量は2mm~4.5mm程度の発生量であり、ねじれ変形の小さい樹種であると考えられるが、エゴノキの水中貯木処理材のねじれ発生量はどの試験材においてもほとんど認めることができなかった。これらのことから、エゴノキの水中貯木処理は、ねじれの発生緩和に効果があると考えられる。

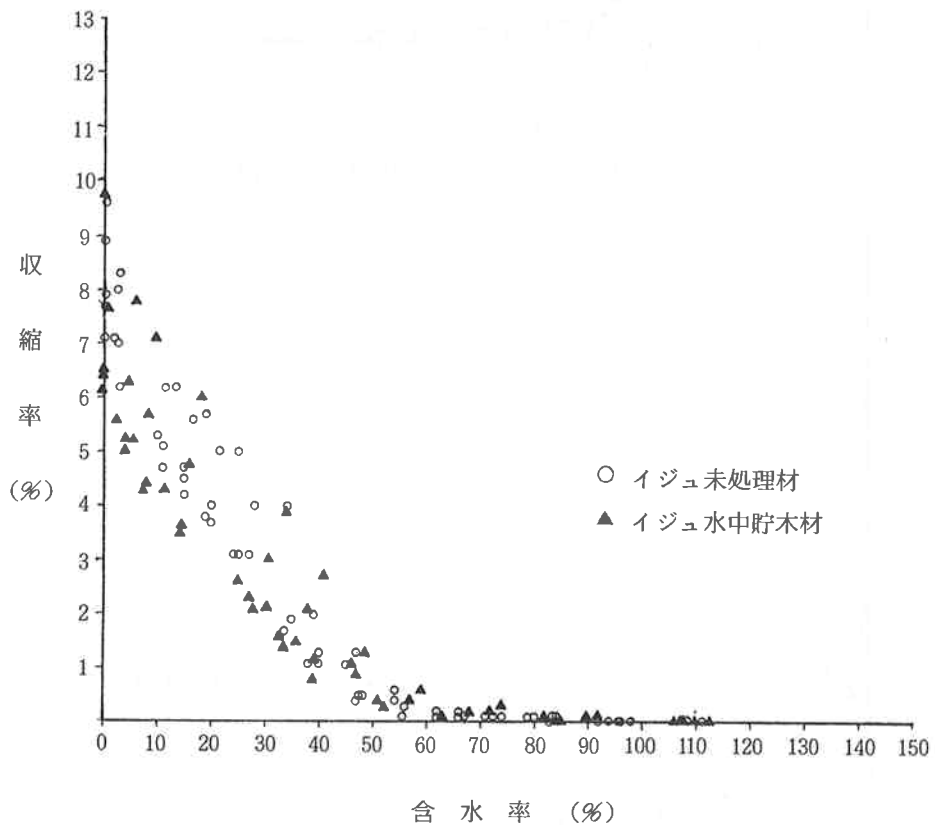


図-1 イジュ幅方向の収縮経過

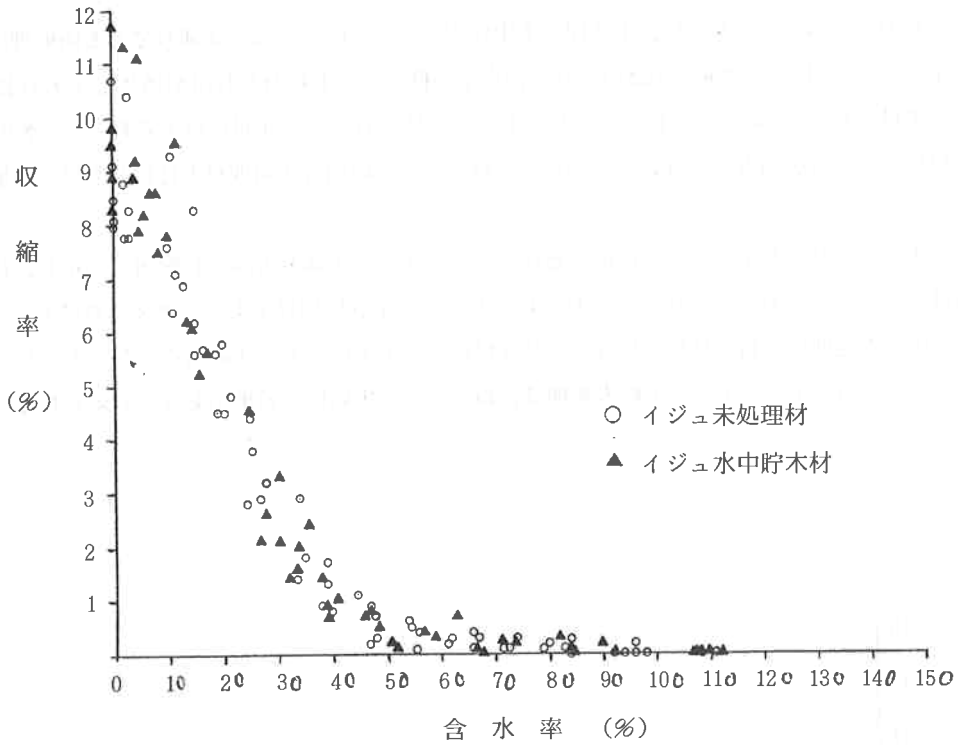


図-2 イジュ厚さ方向の収縮経過

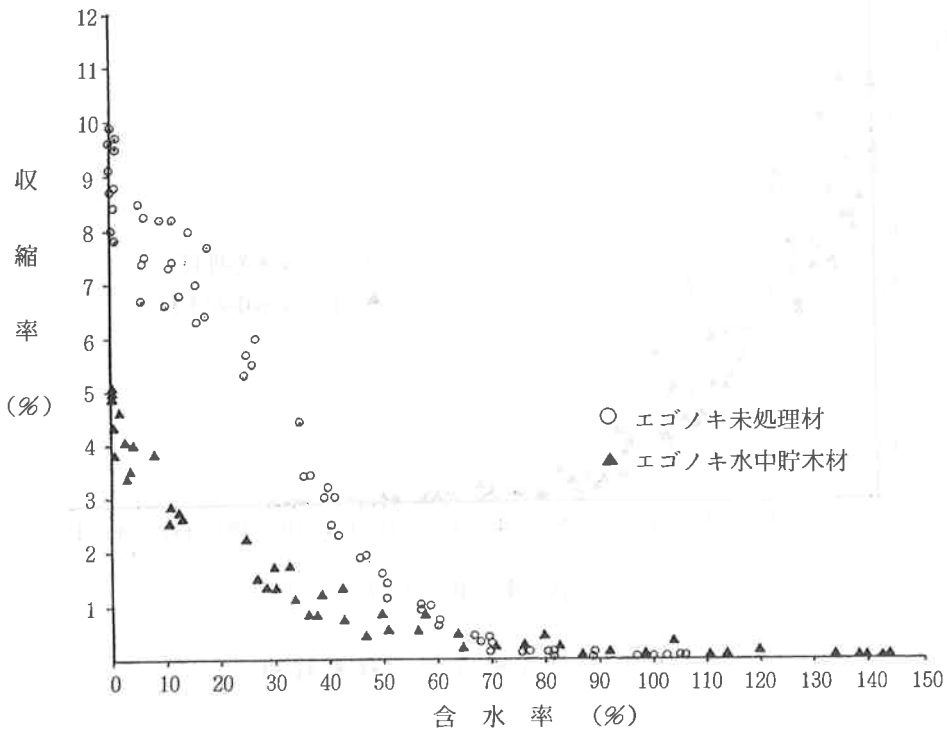


図-3 エゴノキ幅方向の収縮経過

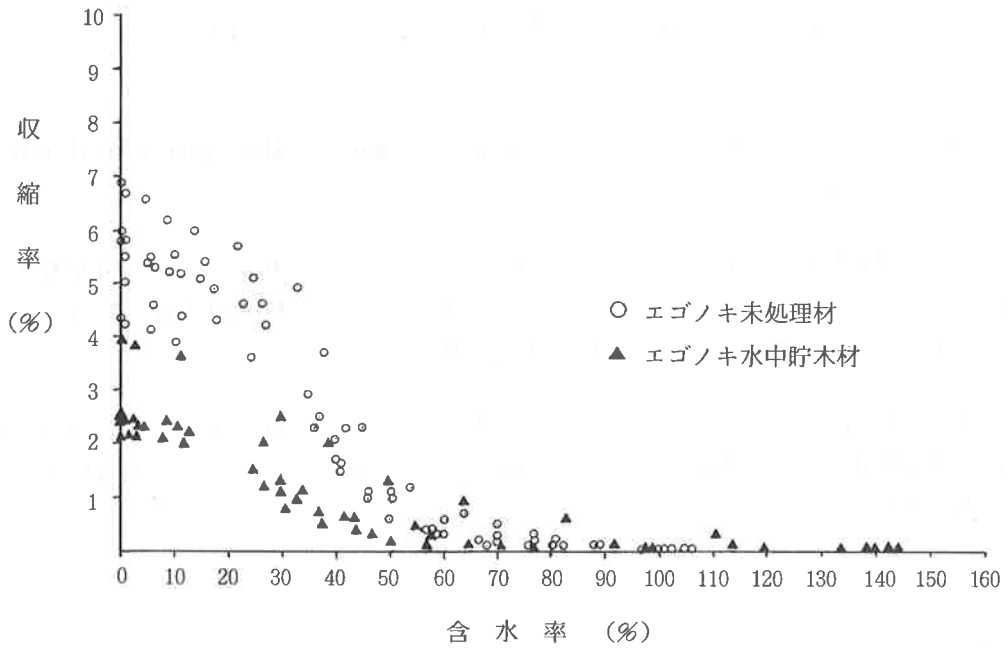


図-4 エゴノキ厚さ方向の収縮経過

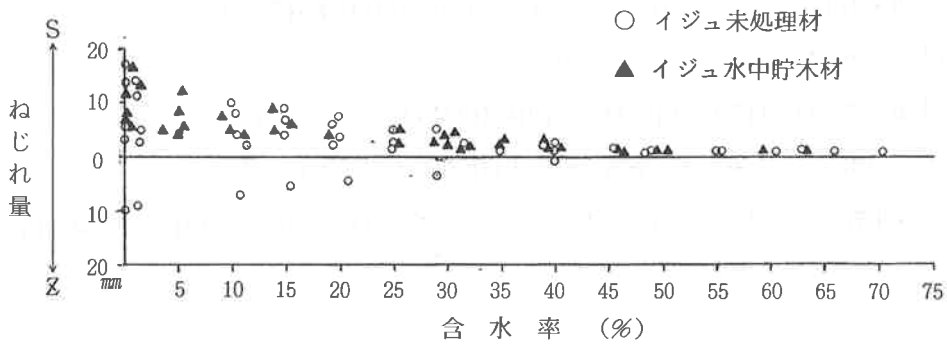


図-5 イジュのねじれ方向およびねじれ量

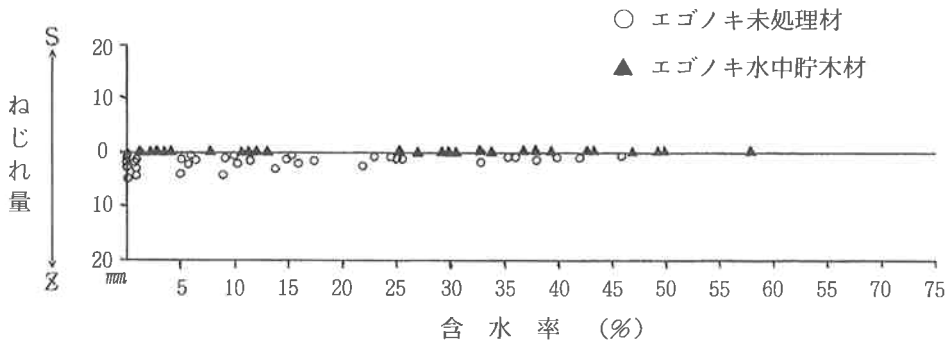


図-6 エゴノキのねじれ方向およびねじれ量

5. まとめ

- イジュ、エゴノキの2.5 cm厚材における推定された乾燥スケジュールは表-3、4のとおりである。
- 水中貯木における効果は、エゴノキにおいて断面変形の緩和、乾燥性の促進に効果が見られる。イジュにおいては処理効果は小さい。
- イジュの収縮率は幅方向で7.1%~9.6%、厚さ方向では8.1%~10.8%であり、水中貯木の効果は小さい。エゴノキでは7.6%~9.9%、4.2%~6.9%であり、水中貯木を行うことにより収縮率が4.1%~5.4%、2.1%~3.9%と大きく緩和された。
- ねじれの発生緩和に関しては、イジュにおける水中貯木の効果は無いと考えられる。エゴノキのねじれの発生量は小さい部類の樹種だと考えられるが、水中貯木を行うことにより、ねじれの発生が緩和された。

参考文献

- 1) 小林好紀：長期水中貯木材の水分移動および組織構造、第40回日本木材学会、1990
- 2) 仲宗根平男・小田一幸：沖縄産有用木材の性質と利用、琉球林業協会、1985
- 3) 貴島恒夫：原色木材大図鑑、保育社、1986
- 4) 嘉手苺幸男：県産材の材質に関する研究、沖林試研報、No.31、1988
- 5) 寺沢 真・筒本卓造：木材の人工乾燥、日本木材加工協会、1976
- 6) 仲野正志・東野 正：県産広葉樹小径木の乾燥条件と乾燥日数の推定、岩手林試研報No.21、1988

ニオウシメジの人工栽培化に関する研究(Ⅲ)

— サトウキビ畝間利用による栽培 —

宮 城 健

1. はじめに

ニオウシメジは関東以西に分布する熱帯性菌¹⁾で、6～10月に、有機質に富んだ畑地や道ばたに集団をなして発生²⁾する。本県ではしばしばサトウキビ畑等で発生し成長すると巨大になることから「オバケキノコ」・「ジャンボキノコ」としてよく新聞に掲載される。本県のような暖地に適した食用きのこであり、しかもサトウキビの畝間の利用が考えられることから、今回、県産広葉樹チップダスト培養によるサトウキビの畝間を利用した栽培試験を行ったので、その結果について報告する。なお、培地作りに当たっては石川きのこ生産組合の伊波賢一氏に、栽培事例調査には元県林業試験場長大城清次氏の多大な御協力をいただいた。厚く感謝申し上げる次第である。

2. 材料および方法

(1) 供試菌

当場内で採集し組織分離培養した野生菌株(TG-沖林試1号)である。³⁾

(2) 供試菌床材料

名護林業生産加工販売事業協同組合で製造された県産広葉樹チップダストを使用した。

(3) 培地の混合

容積比でチップダスト160：フスマ12：米ヌカ7、それに培地重量比で炭酸カルシウムを2%加えた。

(4) 培地の調整

培養袋は1kg入の耐熱性P.P袋を使用し、培地重量は1kg(径10cm×高さ17cm)とした。仕込み時含水率は65%前後になるよう調整し、殺菌は110℃になってから90分間行った。

(5) 接種および培養

タイワンハンノキオガクズで培養した種菌を昭和63年10月下旬に接種した。培養は、周囲を黒のダイオネットで庇陰したビニールハウスの中で行った。なお温湿度については、特別な管理は行わなかった。

(6) 試験地および栽培方法

試験地は、当場内苗畑に昭和63年3月に植付けたサトウキビ畑である。国頭礫層からなる粘土粒子の極めて細かい透水性の悪い土壌で、湿地帯を埋め土によって造成したため、地下水位が高く排水性に乏しく⁴⁾PHは4.5～4.7である⁵⁾。培地の埋め込みは平成元年5月2日に行った。埋め込み材料によって、発生量及び収穫までに要する期間に違いがあるかどうかをみるために掘り取った土(対照区)、草、鶏糞、尿素、石灰、国頭礫層土を原料にした堆肥(堆肥区)、容積比で海砂6：掘り取った土4：炭酸カルシウム1を混合(混合区)した3試験区を設定した。埋め込み方法は、株出の畝間に1試験区当り、巾50cm×深さ25cm×長さ450cmの溝穴を掘り、海砂を約3cm

敷き詰め、その上に培養した培地を袋から取り出し4列に160個(160kg)並べ、それぞれの埋め込み材料の厚さが約5cmになるよう培地を埋めた。管理は埋め込み材料を乾さない程度に適宜散水を行った。

(7) 採取測定方法

子実体の傘が7分開きになった頃に株ごと収穫し、子実体を根元から切り放して発生重量を測定した。

3. 結果および考察

埋め込み材料別発生量を表-1に、埋め込み材料と収穫時期の関係を図-1に示した。

表-1 埋め込み材料別発生量比較試験結果

| 試験区 | 第1回発生量 | | 第2回発生量 | | 総発生量 | 1kg当り発生重量 |
|-----|-------------------|----------|-----------------------|-------------|-------------|-----------|
| | 収穫期間 | 発生重量 | 収穫期間 | 発生重量 | | |
| 対照区 | 日 H.元.7.14 | g 270 | 日 H.元.8.2 ~8.15 | g 17,455 | g 17,725 | g 111 |
| 堆肥区 | H.元.6.26 ~7.10 | 27,848 | H.2.6.7 ~6.11 | 547 | 28,395 | 177 |
| 混合区 | H.元.7.12 ~7.18 | 20,207 | | | 20,207 | 126 |

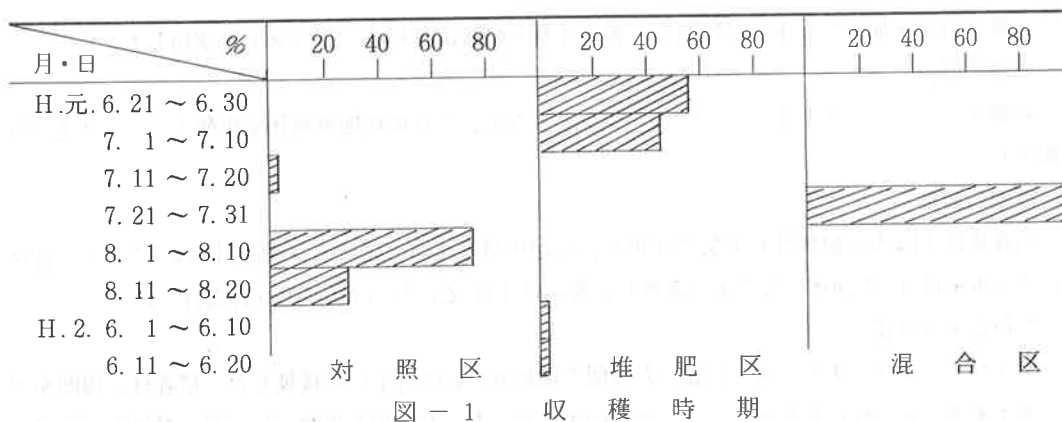


表-2 気象概況(サトウキビ畑)

| 要素 | 月日 | H.元 5 | 6 | 7 | 8 | H.2 6 |
|-------|----|----------|-------|-------|-------|----------|
| 月平均気温 | | 22.0 | 25.8 | 27.7 | 28.4 | 25.4 |
| 月最高気温 | | 26.4 | 30.0 | 32.6 | 32.7 | 29.2 |
| 月最低気温 | | 18.4 | 22.4 | 24.4 | 24.9 | 23.2 |
| 湿度 | | 83.6 | 84.5 | 83.8 | 84.6 | 79.9 |
| 降水量 | | 366.0 | 140.5 | 133.0 | 324.0 | 238.0 |

注) 8月の気象は8月1日~8月13日までの平均。降水量は名護測候所資料

埋め込み材料別の1kg当りの発生量を比較すると、対照区が111gに対し堆肥区は177g、混合区は126gとなっており、堆肥区は対照区の約1.6倍、混合区は対照区の約1.1倍の発生量であった。また培地を埋め込んでから主な収穫までに要する期間は、対照区の92日に対し堆肥区は55日、混合区は71日となっており、堆肥区は対照区よりも37日、混合区は対照区よりも21日収穫までに要する期間が短かった。ところでニオウシメジと同じ腐生性菌であるマッシュルूम（ツクリタケ）は覆土によって原基誘導しており、覆土用の土壌は、団粒構造の発達した物理性のすぐれた土壌が有効である⁶⁾。目づまりした覆土はガス交換を阻止し、原基誘導を阻害する⁷⁾。すなはち適した覆土とは保水性と通気性（排水性）のすぐれた土壌で、マッシュルूम栽培では砂混じりの粘土（植壤土）が多く使われている⁶⁾ 8)。また、土壌有機物の存在とカルシウムの添加は、これを栄養とする細菌が粘質多糖類を生成分泌して土壌を多孔質で水に安定な構造にする。土粒は相互に付着し団粒を形成し、無数の孔隙を持つ塊となると保水性と通気性を備えて気体や水の移動が容易になる。土壌に5%程度の有機腐植を含むと保水性、通気性のほかにpH緩衝を高める効果がある⁶⁾。しかしカルシウムの過剰もまた拒否反応をおこす⁸⁾。植壤土に対する炭酸カルシウム添加量の目安は、4～5%である⁶⁾。今回の場合、混合区における発生量が対照区と比較してさほど差がみられなかったのは、炭酸カルシウムの添加が過剰であったためと思惟されるが、この点の解明については今後の課題である。その点堆肥区が対照区に比較して発生量が多く、しかも収穫までに要する期間が短かったのは、対照区よりも物理性がすぐれていたためと考えられるので、ニオウシメジにおいても覆土の保水力と通気性を向上させるための物理性の改善が発生量の増大と収穫までの期間の短縮につながるものとする。ところで、読谷村、下地町、南大東村、石垣市等のサトウキビ畑では、野生のニオウシメジが良く発生する。今回の栽培試験や大里村のジャーガル土壌サトウキビ畑で行った栽培事例（根元も含めて1kg当り189g）⁹⁾でもニオウシメジは良く発生することから、サトウキビ畑はニオウシメジの自然栽培に適する栽培条件を持った所と考えられる。また、県産広葉樹チップダストは、ニオウシメジの培地として充分使用可能であることが明かとなった。

4. まとめ

今回、県産広葉樹チップダスト培地でサトウキビの畝間を利用したニオウシメジの栽培試験を行った。

- (1) サトウキビの畝間は、ニオウシメジの自然栽培に適している。
- (2) 埋め込み材料の保水力と通気性を向上させるような物理性の改善を行うことによって、発生量の増大と収穫までの期間の短縮を図ることが期待できる。
- (3) ニオウシメジが本県で良く自然発生する時期が5月中旬～10月中旬にかけてであることとサトウキビの手入作業等を考慮すると、埋め込み時期は4～7月までが適当であると考えられる。
- (4) 県産広葉樹チップダストは、ニオウシメジの培地として充分使用可能である。

以上、ニオウシメジはサトウキビ畑で充分栽培が可能であることがわかった。今後は、適正な覆土の厚さ及びサトウキビ畑での栽培に適したニオウシメジの系統選抜等を検討していく必要がある。

引用文献

- 1) 本郷次雄：ハラタケ目における菌根菌，日本菌学会会報 31，282，1990
- 2) 今関六也・本郷次雄：原色日本新菌類図鑑（I），保育社，72，1987
- 3) 宮城 健：新しい野生きのこの人工栽培化，沖縄県林研報 30，116，1987
- 4) 山城栄光：造林事業推進のための残廃材等高度利用調査報告書（II），27，1987
- 5) 山城栄光・仲原秀明：土壌改良材の施用効果について，沖縄県林研報 20，35，1978
- 6) 橋本一哉：マッシュルーム栽培法，農村文化社，172～175，1987
- 7) 橋本一哉：マッシュルーム栽培の最新技術，88年版（第4版）きのこ年鑑，農村文化社，1987
- 8) 中村克哉：マッシュルーム，キノコの事典，朝倉書店，398～424，1982
- 9) 宮城 健：ジャーガル土壌サトウキビ畑におけるニオウシメジの発生量，未発表



写真-1 読谷村の島尻マージ土壤サトウキビ畑で発生した野生のニオウシメジ幼菌



写真-2 読谷村の島尻マージ土壤サトウキビ畑で発生した野生のニオウシメジ成菌



写真-3 対照区の埋め込み状況



写真-4 対照区の発生状況



写真-5 堆肥区の埋め込み状況

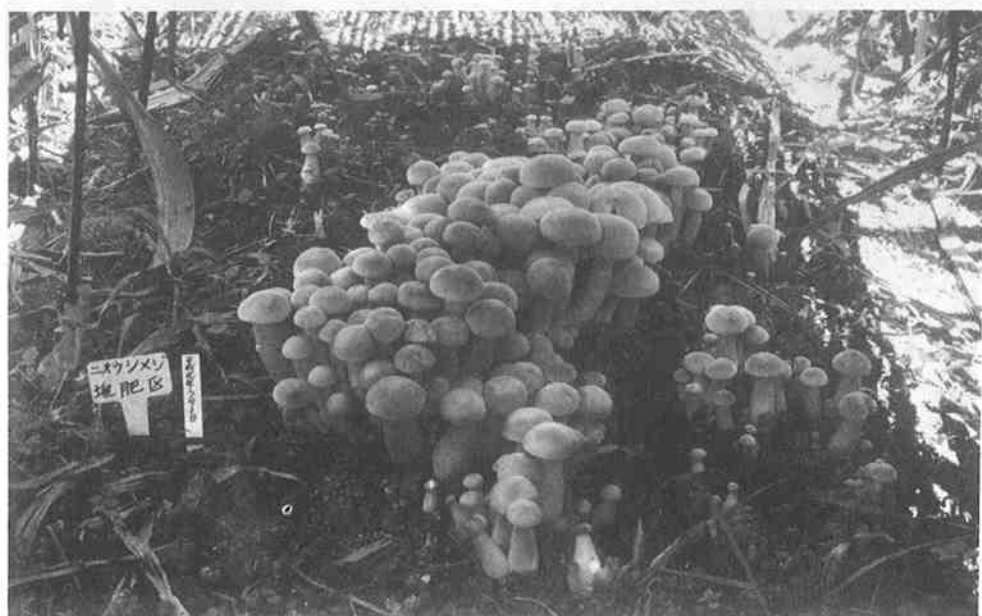


写真-6 堆肥区の発生状況



写真-7 混合区の埋め込み状況



写真-8 混合区の発生状況



写真-9 大里村のジャ-ガル土壌春植えサトウキビ畑での発生状況



写真-10 大里村のジャ-ガル土壌株出しサトウキビ畑での発生状況