

マツクイムシの生化学的防除に関する研究(1)

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	黒木,嘉久 戸田,義宏 国府,俊則 坂口,孝司 外山,三郎
発行元	日本林學會
巻/号	54巻11号
掲載ページ	p. 367-372
発行年月	1972年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

マツクイムシの生化学的防除に関する研究 (I)

各種マツ葉中のカロチノイド分析

黒木嘉久*・戸田義宏**・国府俊則***

坂口孝司***・外山三郎****

Studies on the Biochemical Control of Pine Bark Beetles (I)

Analysis of Carotenoid in Some Pine Species

Yoshihisa KUROGI*, Yoshihiro TODA**, Toshinori KOKUBU***,

Takashi SAKAGUCHI***, and Saburo TOYAMA****

Summary: In order to find some chemical difference among *Pinus Thunbergii* and *P. densiflora*, typical Japanese pine trees, which have been made damage widely by the pine bark beetles, and *P. Taeda* and *P. caribaea*, foreign pine trees with reasonably strong resistance to the insects, the pigment components were extracted from one year old needle leaves on the third branch of eighteen year old trees.

1) The visible absorption spectra of pigment and carotenoids in those pine trees were proved to be very similar.

2) The total amount of carotenoids in needles differed with the tree species and the contents were arranged in decreasing order: *P. densiflora* > *P. Thunbergii* > *P. Taeda* > *P. caribaea*.

The carotenoid contents of *P. densiflora* and *P. Thunbergii* which the pine bark beetles can easily erode into were proved to be about two times that of *P. Taeda* and *P. caribaea* which can scarcely be affected by them.

3) Six components were detected in carotenoid fractions of four tree species by the thin layer chromatography. The visible absorption spectra of these carotenoid components were proved to be very similar, however, the content of the carotenoid in each fraction showed reasonably significant difference among them.

4) The chlorophyll contents in three species were arranged in decreasing order: *P. Taeda* > *P. Thunbergii* > *P. caribaea*. It was proved that there was no correlation between the chlorophyll content and the extent of harm caused by the pine bark beetles.

要 旨: マツクイムシに比較的抵抗性をもっているテーダマツ, スラッシュマツと被害を受けやすいクロマツ, アカマツの色素成分, 特にカロチノイドの差異について検討した。供試試料は18年生樹の第3枝階1年生葉を用いた。

1) 全色素およびカロチノイドの可視部吸収スペクトルを測定した結果, 各樹種ともきわめて類似したスペクトルが得られた。

2) カロチノイド含有量を4樹種について比較すると, アカマツ>クロマツ>テーダマツ>スラッシュマツの順になり, マツクイムシに食害されやすいアカマツ, クロマツのカロチノイド含有量はマツクイムシに抵抗性をもつテーダマツ, スラッシュマツの約2倍量を示した。

3) カロチノイドを薄層クロマトグラフィーで分離すると, 各樹種とも6つの成分に分離された。各樹種の6成分についてそれぞれ可視部吸収スペクトルを測定した結果, スペクトルは4樹種とも同じ傾向を示すが, カロチノイド各フラクションの含有量は樹種間にかかりの差異が認められた。

4) クロロフィル含有量を3樹種について比較すると, テーダマツ>クロマツ>スラッシュマツの順になり, マツクイムシ抵抗性ととの間に相関関係は認められなかった。

* 宮崎大学農学部 Fac. of Agr., Miyazaki Univ., Miyazaki

** 南九州大学園芸学部 Fac. of Hort., Minamikyushu Univ., Miyazaki

*** 宮崎大学教育学部 Fac., of Education, Miyazaki Univ., Miyazaki

**** 宮崎大学 Miyazaki Univ., Miyazaki

1. ま え が き

西日本一帯におけるマツクイムシによるマツの被害は年々急激に増加しつつあり、早急な対策が必要となっている。

外国産マツ（テーダマツ，スラッシュマツ）は日本産マツ（クロマツ，アカマツ）に比較して生長量が大きく，マツクイムシに対する抵抗性が大であることが熊崎¹⁾，高橋ら²⁾により報告されている。

筆者らはマツクイムシの樹体内での行動およびその栄養生理について，主として生化学の立場から究明し，マツクイムシの生化学的防除法を確立する目的で一連の研究を行なっているが，本報ではマツクイムシに被害されやすいクロマツ，アカマツおよび比較的抵抗性をもっているテーダマツ，スラッシュマツの4樹種について色素成分，とくにカロチノイドを比較検討し，若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

(1) 実験材料

供試木のクロマツ，アカマツは宮崎大学農学部田野演習林において，テーダマツ，スラッシュマツは宮崎営林署田野苗畑でそれぞれ18年生の健全木を選定し，日光をよく受けている第3枝階，1年生針葉を1971年12月19日から12月24日にかけて採取し，供試試料とした。

(2) 分析方法^{3,4)}

全色素，カロチノイドの抽出は図-1に示した方法によった。まず，葉鞘を除去した4樹種の針葉各10gを

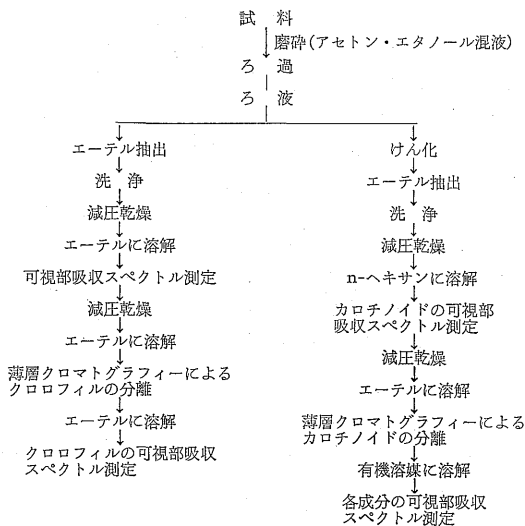


図-1. 色素抽出分析法

水で数回洗浄した後カッターで1~2mmに細断し，アセトン・エタノール混液(1:1)40mlを徐々に加えながら海砂10gとともに乳鉢中で磨砕抽出した。ついでこの磨砕物を吸引ろ過し，残渣はアセトン・エタノール混液(全量90ml)で無色になるまで数回洗浄し，ろ液と洗浄液を合わせ以後の抽出定量実験に供した。

(i) 全色素の抽出

アセトン・エタノール抽出液30mlを分液ロートにとり，これに30mlのエーテルを加え15分間振とうし，ついで2層に分かれるまで50mlの水を加え全色素をエーテル層に移した。さらに下層を別の分液ロートに移し25mlのエーテルを加え色素を抽出した。次にこれら2回のエーテル抽出層を合わせ，水でよく洗浄した後減圧乾燥した。この乾燥物を100mlのエーテルに溶かし，島津UV-200分光光度計を使って可視部吸収スペクトルを測定した。次にこのエーテル溶液を再び減圧乾燥した後，5mlのエーテルに溶かし，薄層クロマトグラフィーで色素を分離した。展開条件は図-3に示した。乾燥後クロロフィルaに相当する部位をかきとって，5mlエーテルに溶かし可視部吸収スペクトルを測定した。

(ii) カロチノイドの分離

アセトン・エタノール抽出液30mlを分液ロートにとり60%水酸化カリウム3mlを加え5分間振とうした後，90分間暗室に静置しケン化を行なった。ついで33mlの水を加えよく混和し，66mlのエーテルを加えて振とうし，カロチノイドをエーテル層に移した。エーテル層から分離した下層にさらに34mlのエーテルを加えカロチノイドを完全に抽出し，下層を除去した後，最初のエーテル層と合わせて50mlの水で洗浄し減圧乾燥した。つぎにこの乾燥物を100mlのn-ヘキサンに溶解し，可視部吸収スペクトルを測定し(図-5)，B. H. DAVIESのカロチノイド算出法⁵⁾により全カロチノイド量を α -カロチンとして算出した。

測定後，n-ヘキサン溶液を減圧乾燥した後5mlのエーテルに溶かし，その一定量を取り薄層クロマトグラフィーでカロチノイドを分離した。その分離条件は図-6に示した。

次に分離されたカロチノイドフラクションの第1成分(R_f 値の大きいものより第1，第2……第6成分とする)はn-ヘキサン，第2~第6成分はエタノールのそれぞれ5mlに溶解し，薄層ゲルをろ過法で除いた後，可視部吸収スペクトルを測定した。

3. 結果

アカマツ，クロマツ，テーダマツ，スラッシュマツの

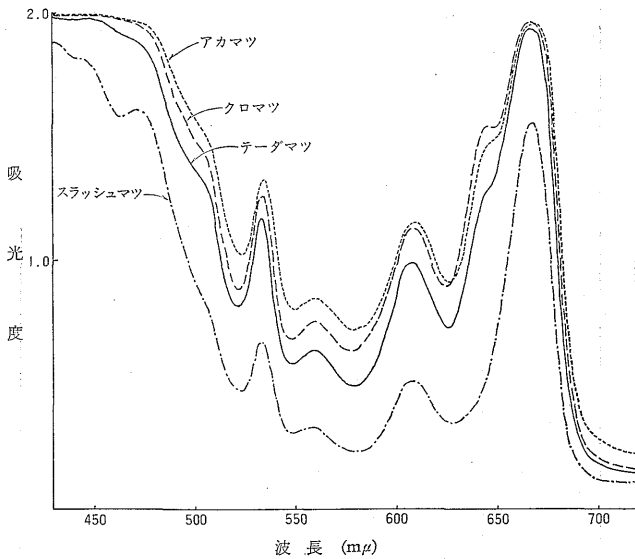


図-2. 4樹種の全色素可視部吸収スペクトル
溶媒 エーテル

4樹種の全色素可視部吸収スペクトルを図-2に、またそれらのスペクトルの吸収極大値を表-1に示した。これらの図表に示したように可視部吸収スペクトルは4樹種ともきわめて類似した傾向を示し、それらの吸収極大値もほぼ一致する値を示した。

表-1. 各樹種の全色素の極大吸収

樹種	吸収極大 (mμ)	極大吸光度
アカマツ	533, 560, 608, 645, 668	1.796
クロマツ	533, 560, 608, 645, 668	1.730
テーダマツ	533, 559, 608, 644, 667	1.514
スラッシュユマツ	533, 559, 608, —, 667	0.680

溶媒: エーテル

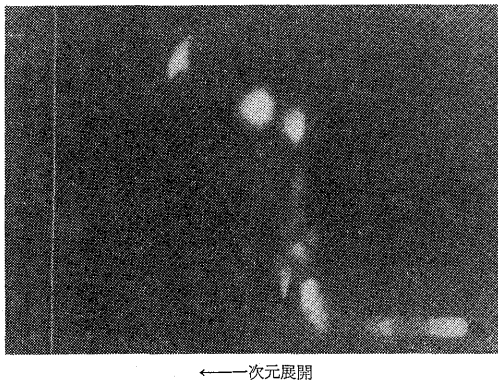


図-3. クロマツ全色素の薄層クロマトグラム
吸着剤 ワコーゲル B-10
展開剤 一次元展開—石油エーテル:エーテル:エタノール:アセトン, 90:45:5:5, 二次元展開—トルエン

クロマツ全色素の薄層クロマトグラムを図-3に示した。薄層クロマトグラフィーで分離したクロロフィルa部位の可視部吸収スペクトルは、図-4に示したように全色素の場合と同様に吸収極大の値は各樹種とも殆ど同じであった。またクロロフィルaの量を比較するとテーダマツ>クロマツ>スラッシュユマツの順であり、スラッシュユマツはテーダマツ、クロマツに比較して非常に量が少なかった。

4樹種のカロチノイドの可視部吸収スペクトルは図-5に示したように全色素の場合と同様によく似た傾向を示し、吸収極大値も殆んど一致した(表-2)。各樹種の針葉に含まれる全カロチノイドの量はアカマツ22.3mg%, クロマツ18.3mg%, テーダマツ9.3mg%, スラッシュユマツ8.3mg%でありアカマツ、クロマツのカロチノイド含有量はテーダマツ、スラッシュユマツの約2倍量であった。

カロチノイドを薄層クロマトグラフィーで分離すると図-6に示したように6つの成分に分離された。それらの可視部吸収スペクトルを各樹種ごとに示すと図-7~10の通りであり、各成分ごとに示すと図-11~15のようになった。第3成分および第5成分は全樹種に検出されたが、クロマツ、テーダマツ、スラッシュユマツに含まれる量はアカマツより少なかった。また第4成分(図-14)、第6成分(図-15)についてはアカマツは他樹種に比べて

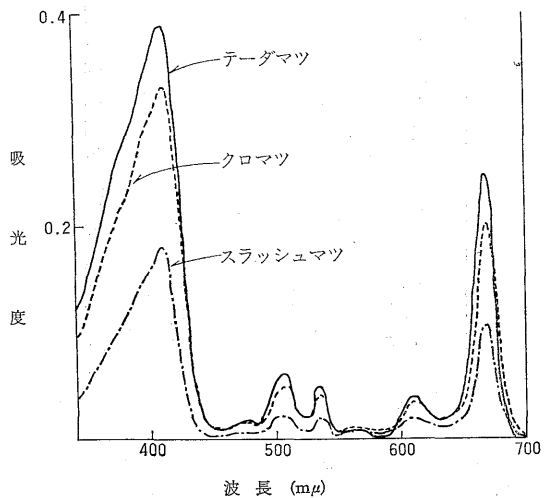


図-4. テーダマツ、クロマツ、スラッシュユマツのクロロフィルaの可視部吸収スペクトル
溶媒: エーテル

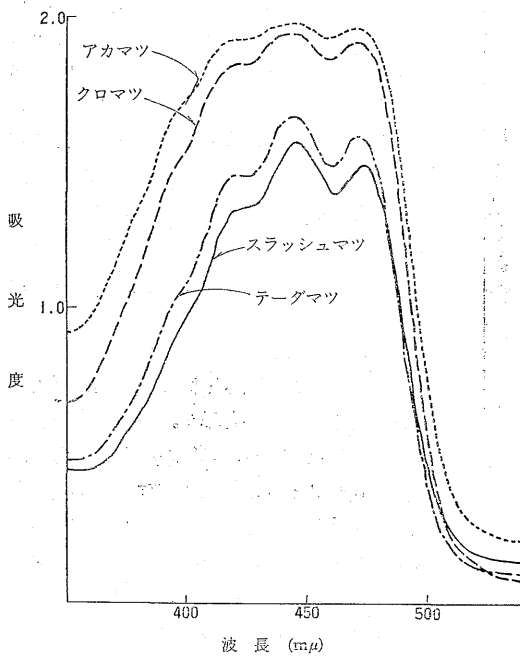


図-5. 4樹種のカロチノイド可視部吸収スペクトル
溶媒: n-ヘキサン

表-2. 各樹種のカロチノイドの極大吸収

樹種	吸収極大 (mμ)	極大吸光度
アカマツ	420, 443, 472	1.802
クロマツ	420, 443, 472	1.400
テーグマツ	422, 445, 473	0.788
スラッシュユマツ	420, 444, 472	0.688

溶媒: n-ヘキサン

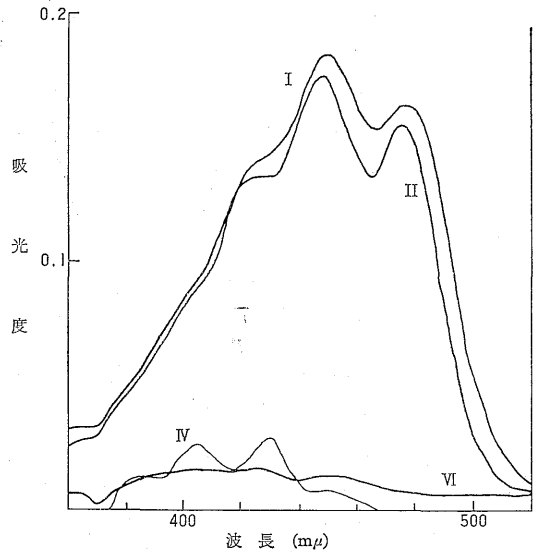


図-7. クロマツのカロチノイド成分の可視部吸収スペクトル

溶媒 I—n-ヘキサン, II, IV, VI—エタノール
I…第1成分, II…第2成分, IV…第4成分, VI…第6成分

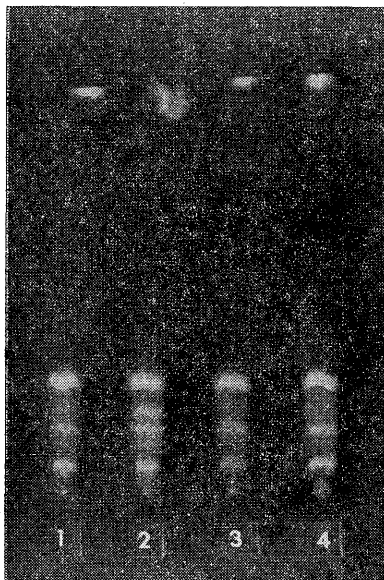


図-6. 4樹種のカロチノイド薄層クロマトグラム

吸着剤 ワコーゲル B-10
展開剤 石油エーテル: エーテル: エタノール: アセトン, 90: 45: 5: 5

- 1—クロマツ, 2—アカマツ,
- 3—スラッシュユマツ, 4—テーグマツ

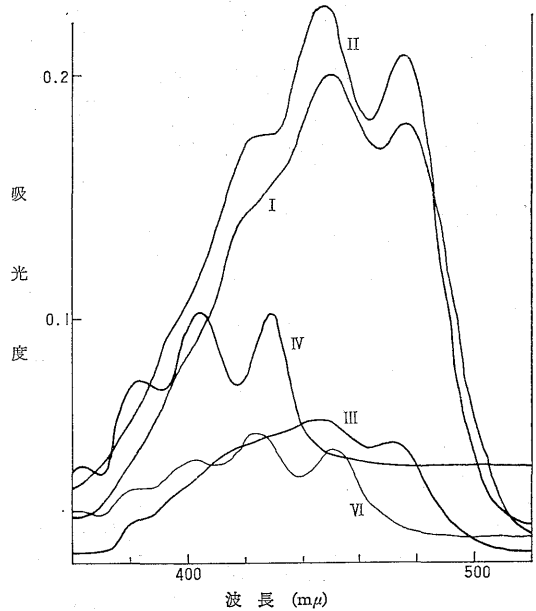


図-8. アカマツのカロチノイド成分の可視部吸収スペクトル

溶媒 I—n-ヘキサン, II, III, IV, VI—エタノール
I…第1成分, II…第2成分, III…第3成分, IV…第4成分, VI…第6成分

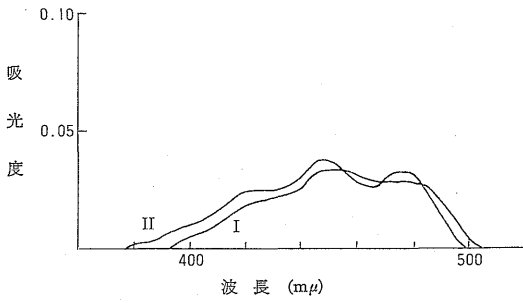


図-9. スラッシュマツのカロチノイド成分の可視部吸収スペクトル
 溶媒 I—*n*-ヘキサン, II—エタノール
 I…第1成分 II…第2成分

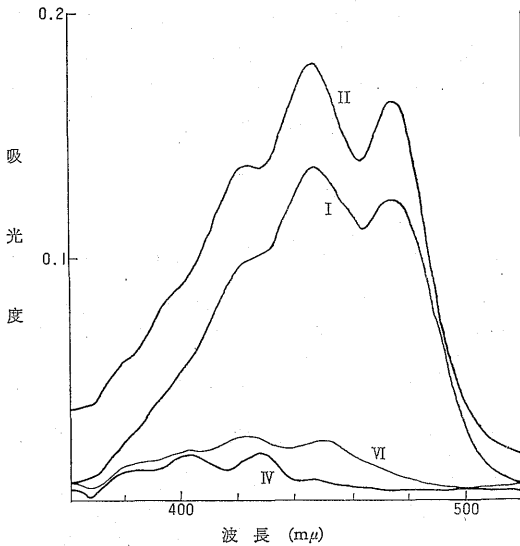


図-10. テーダマツのカロチノイド成分の可視部吸収スペクトル
 溶媒 I—*n*-ヘキサン, II, IV, VI—エタノール
 I…第1成分, II…第2成分, IV…第4成分, VI…第6成分

非常に多く、一方スラッシュマツの量は極端に少なかった。

4. 考 察

クロロフィル*a*の含有量を比較すると、テーダマツ>クロマツ>スラッシュマツの順となり、マツクイムシに対する抵抗性ととの間に相関関係は認められなかったが、カロチノイド含有量を比較するとマツクイムシに食害されやすい日本産のアカマツ、クロマツはマツクイムシに比較的抵抗性をもつ外国産のテーダマツ、スラッシュマツに比較して約2倍量含有していることが認められた。

イエシロアリにおいては植物色素、特にβ-カロチンが誘引性をもつことが報告されているが、針葉中に含ま

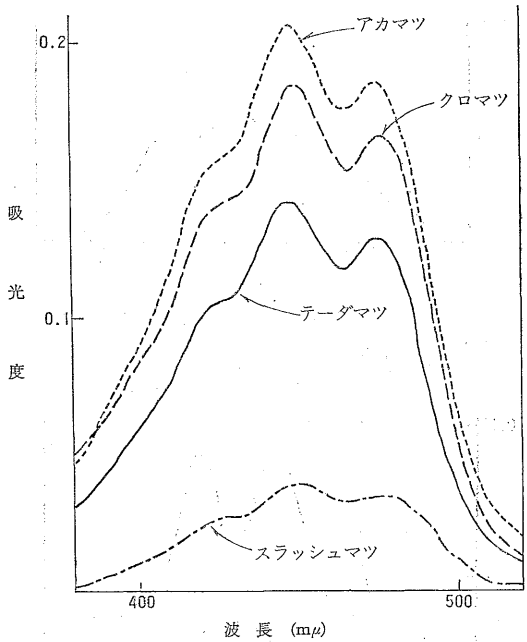


図-11. 4樹種のカロチノイド第1成分の可視部吸収スペクトル
 溶媒 *n*-ヘキサン

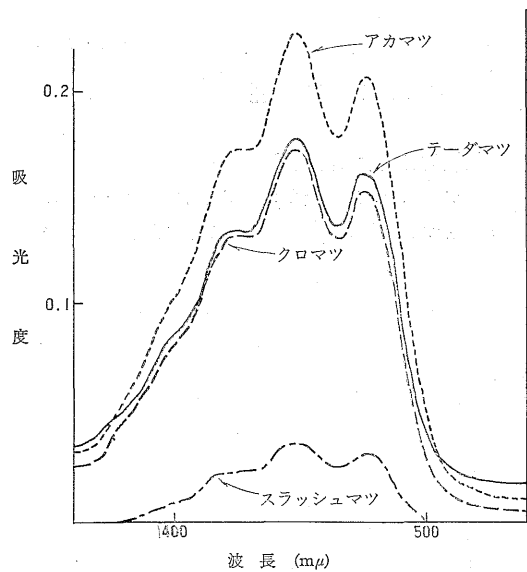


図-12. 4樹種のカロチノイド第2成分の可視部吸収スペクトル
 溶媒 エタノール

れているカロチノイドおよびその関連成分がマツクイムシの誘引剤として働き、マツクイムシの樹体中への侵入を容易にしていると考えられた。

樹木害虫とカロチノイドの誘引作用との関係について

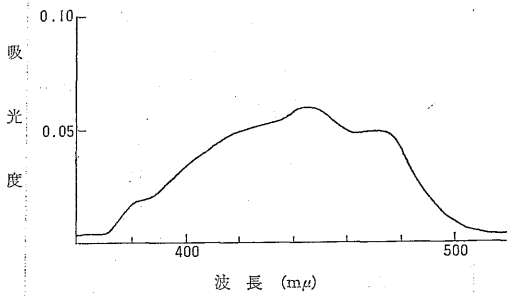


図-13. アカマツのカロチノイド第3成分の可視部
吸収スペクトル
溶媒 エタノール

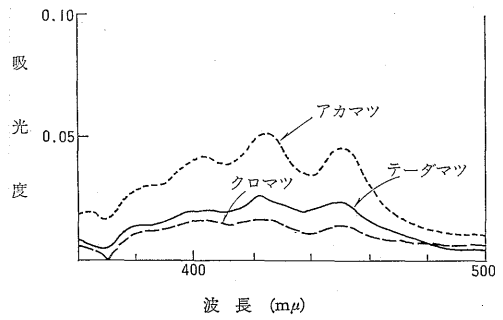


図-15. アカマツ、クロマツ、テアダマツのカロチ
ノイド第6成分の可視部吸収スペクトル
溶媒 エタノール

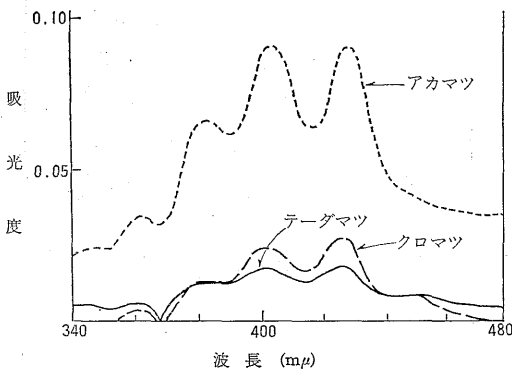


図-14. アカマツ、クロマツ、テアダマツのカロチ
ノイド第4成分の可視部吸収スペクトル
溶媒 エタノール

は、今後検討を要する課題であらう。

アカマツ、クロマツの全カロチノイド量がテアダマツ、
スラッシュマツの約2倍量であることおよびアカマツ、

クロマツのカロチノイド第3成分が外国産樹種にはわず
かしか認められないということはアカマツ、クロマツの
特徴であり、これらの成分とマツクイムシとの関係につ
いても今後さらに考察する必要がある。

参考文献

- 1) 熊崎一夫: 造林地におけるテアダマツとアカマツの比較成
績調査について. 名古屋営林局研究業績発表論文集, 103~
174, 1961
- 2) 高橋 学, 田代善二, 小野幾夫, 黒木隆典: 外国産マツ (テ
アダマツ, スラッシュマツ) の生育状況について. 日林九
州支部会誌 23: 76~78, 1969
- 3) 田宮 博, 渡辺 篤: 藻類実験法 274~303, 南江堂, 東京,
1965
- 4) 野田万次郎: 脂質のペーパー および薄層クロマトグラフイ
ー. 脂質実験法 3~26, 共立, 東京, 1967
- 5) T. G. W. GOODWIN: Chemistry and Biochemistry and
Plant Pigments, Academic Press, 518~531, 1965

(1972年3月11日受理)