HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	苗畑にて育成したユーカリ樹の地上部枯死の原因について
Author(s)	近藤, 芳五郎; KONDO, Yoshigoro
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 21(2), 301-316
Issue Date	1962-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20800
Type	departmental bulletin paper
File Information	21(2)_P301-316.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

苗畑にて育成したユーカリ樹の地上部枯死の原因について

近藤芳五郎*

On the Cause of Stem-die of Eucalyptus Raising in the Nursery

By

Yoshigorō KONDŌ**

緒　　言

わが国における早期育成林業としてのユーカリの有望性は最近ますます大となりつつあるが，その耐寒性について幾多の未解決の問題が残されているために，全国的な普及にはほど遠く，山陰特に鳥取県におけるユーカリの育成は経済上成立が疑問であるとされている。然しながらソ連での研究（高橋，1956）によるとユーカリにも種類上からあるいは育成技術上から−20°C 前後までの寒気に耐えるものが導出されており，またマーチン氏の分類（石川，1958）によると，ヴェルニコサ，ピコロル等耐寒性がきわめて大なるものでは −18〜−15°C に耐えるといわれており，将来の導き方如何によっては最低 −5〜−6 °C 程度の寒気にある鳥取県でのユーカリの育成はさして困難とは思われない。

鳥取大学農学部林学苗畑に育成中の4年生ユーカリ苗において，1960年3月中旬頃からその大部分に地上部枯死が明白となり，地際に近い部分からあらたに萠芽しつつあるのを認めたのを機会に，その枯死の原因を究明し，鳥取県でのユーカリ育成にあらたな方途を見出さんとして本研究を行なった。

本研究にあたりユーカリ種子を寄贈された鳥取大学農学部教授上田博愛農学博士ならびに，昨年まで苗木の育成にあたられ，また本報告に数々御助言をいただいた北海道大学農学部教授斎藤雄一農学博士に対し深甚なる謝意を表する次第である。

材料および育成経過

寄贈を受けたユーカリ種子は次の3種類である。

* 鳥取大学農学部　造林学研究室
** Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University

Eucalyptus citriodora HOOK.　(Lemon-scented Gum)
E. longifolia LINK & OTTO　(Wollybutt)
E. tereticornis SMITH　(Grey Gum, Forest Red Gum)

上記3種のユーカリ種子を1956年夏ポットに播種し硝子室内にて育成し翌1957年7月に鳥取大学農学部構内林学苗畑に植えつけた。植えつけは幅1m，長さ3mの床替床に上記の順序に各種類毎にまとめて西から東に植えて行き，本数の割合は上記の順序でほぼ1:3:1の割合で合計約100本であった。

その後据置のまま無施肥で現在に至り，毎年4～5回除草を行なった以外は病虫害予防上の処置その他一切手を加えなかった。この間毎年若干ながら厳寒期直後に下枝の一部に枯損が見られ間もなく恢復するの経過が繰り返し行なわれていたが1960年春に至り2月上旬より枯死が目立って現われ中旬に至り過半数が枯死し，下旬には一斉に地上部枯死の状態を呈するに至ったもので生育の最高は樹高500 cm，根元直径8 cm，最低は樹高42 cm，根元直径1.2 cm程度できわめて生長の悪いものであった。その後1960年4月に至りほとんどの苗木において地際に近い部分からあらたに萠芽するのが認められたので枯損枝葉を伐採し，萠芽を促進させると共に枯損枝葉を他の実験材料に供した。

実験の方法と結果

枯死の状況がほとんど皆一斉にあらわれた事から気象的傷害によるものとの見方が有力であるので気象因子の調査を主体としたが，同時に菌害，虫害等の有無についてもしらべ，更に細根の集中している深さの土壌の理学性についても調査した。

1. 病害調査

ユーカリの病害としては伊藤・保坂 (1954)，寺下 (1955)，伊藤 (1954) その他諸氏による報告がありユーカリ苗木の立枯病による被害は最も恐るべきものの一つとしてあげられている。然しこれらは播種直後の幼苗時代に主として加えられる危害であって，4年生の苗木としては一斉に枯死する程の危険性のある病害としては余り記載はない。

著者は地上部に枯死を起したユーカリの種類別に葉，小枝条，幹および根を部分的に採取し約1時間800倍ウスプルン液に浸して表面殺菌を行ない検鏡に供し，別に培地（800倍ウスプルン1時間浸漬の枯死枝葉片および細根片を寒天培地にて30°Cで培養，培地にペプトンおよび蔗糖それぞれ重量にて5%添加，ペトリ皿使用）により5日～10日間にわたる検鏡を行なった。

その結果，そのまま検鏡したものについては菌類の存在を確認する事は出来ずまた培地による検鏡では *Pestalotia* sp. らしい胞子が認められたが伊藤 (1954) の報告による如き葉枯症状は見られず，これがユーカリ樹の地上部の一斉枯死の直接原因とは認められなか

った。

2. 虫害調査

ユーカリの害虫として現在国内で知られている種類はきわめて少なく，被害の受け方についても不明な点が多いがニュージーランドにおける加害害虫（J. H. SIMMONS 報告）（藍野，1954）としてはカイガラムシ科，鞘翅目，ハマキガ科，ヒメハマキガ科，アシブトコバチ科，キジラミ科等の害虫があり，鞘翅目昆虫としてはコガネムシ類の幼虫による被害が苗畑ではかなり予想される。また斎藤（1957）はキマダラコウモリの加害を記載しているが，これらの害虫はコガネムシ幼虫の大量発生の場合を除いては一斎枯死を与えるほどのものとは考えられない。本調査においては地上部ユーカリに何等虫害のあとが見られなかったので前記3種のユーカリ植栽地のそれぞれの境界附近の土壌を掘りコガネムシ類幼虫による根部の被害の有無を調査した。その結果クロコガネ，サクラコガネ類の幼虫合計して 1 m² 当り 4.6 頭という割合でいずれも根部に被害を与えた形跡は見られず附近の雑草の根や腐朽根を食しているもののようであった。本苗畑におけるコガネムシ類幼虫の分布は，1954 年より 1957 年に至る掘り取り調査の結果（近藤，1956，1960）1 m² 当り約 5.9 頭という程度でクロコガネ，サクラコガネ類，ドウガネブイブイ等がその主体でありこの程度の幼虫数によって一斎枯死を生ずる程の被害が与えられたと見る事は出来ずまた他の害虫（主として土壌線虫）の多数存在も確認出来なかった。

3. 土壌の理学性

土壌の理学性に関してはユーカリ樹に水分欠乏を生ぜしめたり生育に不都合な状態を生ずるか否かについて充分検討を加える必要があるが，本研究においてはユーカリ植栽箇所ならびに比較のために同一苗畑内に植えられた約 10 年生 *E. globulus* 種単木植栽地における深さ 10～20 cm の範囲の土壌を 3 点宛芝本式採土管にて採土し，国有林野土壌調査方法書によってその理学性を調べ更に真下（1960）の行なった方法により透水速度を求め比較に供した。本苗畑の土壌は機械的組成において両箇所とも表層土は埴壌土，深さ 30

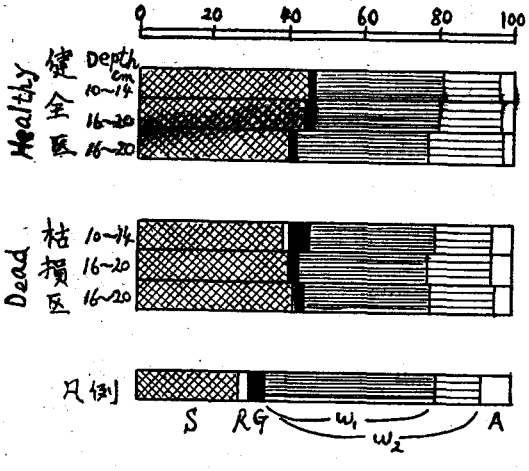

Fig. 1. Volume composition of the soils.
S : Volume of soil
R : Volume of root
G : Volume of gravel
W_1: Volume of water at field
W_2: Volume of water in saturated condition
A : Volume of air in saturated condition

cm以下は埴土となっており約10年生グロブラス種単木植栽地土壌の方が若干礫を含む割合が小である。

実験の結果採土管に採取した土壌の容積表示による理学性はFig. 1の如くであり，また透水速度はTable 1の如くであった。但し透水速度調査に用いた試料は深さ10～14 cmおよび深さ16～20 cm各1点宛である。

第1表　透水速度の変化

Table 1.　Variation of percolation rate

	供試番号 No. of sample	5分後 after 5 min.		8分後 after 8 min.		11分後 after 11 min.		14分後 after 14 min.		平均 Mean
		min./100cc	cc/min.	min./100cc	cc/min.	min./100cc	cc/min.	min./100cc	cc/min.	cc/min.
枯損区	I	1.783	56.1	1.800	55.6	1.830	54.5	1.850	54.1	55.1
Dead #	II	1.750	57.1	1.783	56.1	1.850	54.1	1.883	53.1	55.1
健全区	III	1.917	52.2	2.133	46.9	2.417	41.4	3.067	32.6	43.3
Healthy##	IV	2.000	50.0	2.133	46.9	2.250	44.5	2.533	39.5	45.2

\# The soil planted with *Eucalyptus citriodora*, *E. longifolia* and *E. tereticornis*
\## The soil planted with *E. globulus*

Table 1によると土壌の透水性については概して良好でない結果が得られたが極端に悪いというほどでもなく，また枯損区の方が健全区よりも透水性において樹木の生育上良好であるという結果が得られた。更にFig. 1に示される如く土壌の容積表示による理学性は両者に大なる差異が見られず枯損区の方が若干土壌状態が良い傾向にある。以上の事から土壌の理学性はユーカリの地上部枯死に多少は関係するであろうが直接原因ではないといえる。

4. 気象調査

ユーカリが気象的に被害を受ける場合の原因としては気温，日照量，結霜，雪あられ等による被害があげられる。いま冬季間に寒害をうける場合鳥取県下で直接に問題となるのは10月～3月の6カ月間の気象上の変化であろうがユーカリの耐寒性の限界が先行気温に深く関係すると考えれば，春に気温が上昇し生長を開始した直後に襲来する低温は被害を与えるが，秋から冬にかけ気温が徐々に低下した際に生ずる同程度の寒さはたいしたことがないとも言える。然し秋から冬にかけての気温が比較的高目である事はその後の低温に大いに関係するであろうと考え本資料では10月から翌年3月までの気象因子として寒害に関係ある気温，日照量，結霜，雪あられその他諸現象について取まとめを行なった。

資料はすべて鳥取市湖山，鳥取気象台の資料（1956，1957～1960）によったものである。

1) 気　　温

ユーカリが寒害にかかる温度は種類上から見ても，また樹齢によっても一様ではない。SIMMONS の分類（石川，1958）によると *E. citriodora* は第1群に属し幼齢時の耐寒限界は−2〜+1°C であり，*E. longifolia* および *E. tereticornis* は第3群に属し，幼齢時の耐寒限界は −7〜−3°C であるといわれている。また本研究において比較のために採用した *E. globulus* 種は鳥取県でもかなりの数量が試験的に導入されたものであるが，そのごく幼齢な樹葉では −1〜−2°C が耐寒限界であるのに成熟すると共にきわめて迅速にその耐寒性が増し，SIMMONS の分類によれば第4群に属し幼齢時の耐寒限界は −9〜−6°C であるといわれている。鳥取市湖山にある鳥取気象台の 1957 年 10 月より 1960 年 3 月までの資料（前掲）から3冬季間の気温の変化について資料をまとめて見ると旬別平均気温では Fig. 2 の如くなった。

これによると第1年目の冬季間は 10 月より翌年1月下旬まで比較的平年の場合と同じ傾向にあり，2月上旬以降は高目にあるが，第2年目の冬季においては 10 月以降高低の変動はげしく1月の中旬を谷として再び1月下旬以降は高目にあり耐寒性を増す準備期間としての 10 月〜12 月も，また厳寒期である 1・2 月も，あまり問題になるとは考えられない。然しながら第3年目の冬季においては前2者とかなり事情が違うようで比較的前半の 10 月〜12 月に高目の気温が続き，これが1月下旬に急に低下して最低を示している。最近数年間の一般的傾向を見ると 10 月における気温の変動は平年に比較し上下がかなり激しい傾向にあったが 1959 年の気温においてはこれが見られず，高目の日が続いている。この事から第1年目，第2年目の冬季の低温はユーカリを枯死させる危険温度に達するまでに樹体を耐寒性の態勢下にあらしめたため枯死させる事がなかったが第3年目の冬季の 10 月から 12 月に至る間の高温と1月下旬における低温とのアンバランスが枯死の原因であると考えられる。

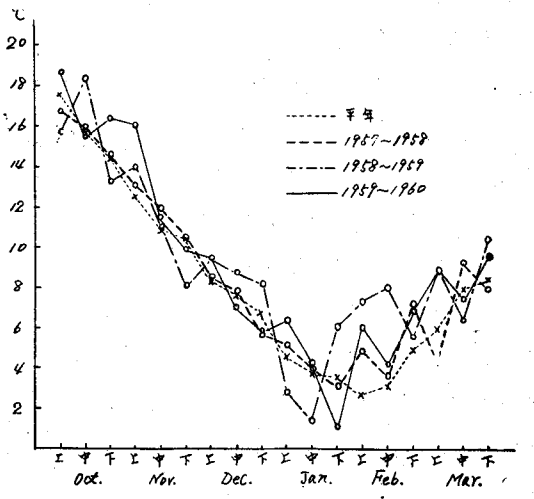

Fig. 2. Mean air-temperature of each period of ten days.

然しながら旬別平均気温ではいずれも 0°C 以上を示しているからその詳細は不明であるので，更に半旬別最低気温についてまとめて見ると Fig. 3 の如くなり，また最低気温の極を見ると Fig. 4 の如くなった。

これらによると第1年目の冬と第2年目の冬においては 10 月〜12 月に低温が何度か

あらわれたが第3年目の冬においては1月上旬までの気温が比較的高く，中旬～下旬にかけて急に極端な低温が現われた事，また第1年目，第2年目には気温の低下はあったが平均してあまり低くなく，第3年目には気温の低下が急に且つ繰り返して現われた事が第一の要因であると考えられる。

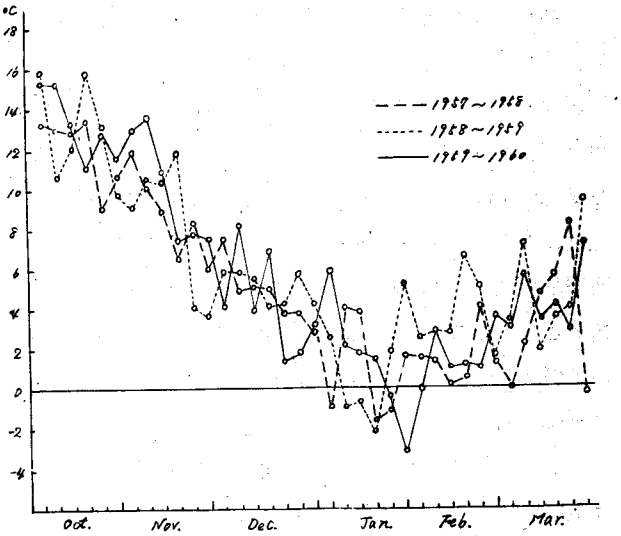

Fig. 3. Minimum temperature of each period of five days.

著者が以前に観測した資料(近藤，1955)によると前記鳥取気象台の観測資料に比較し鳥取大学農学部附近の気温は冬季間においては平均気温において0.5～1.5°C高目にあり，一方地下20 cmの温度は本学苗畑の方が0.2～0.9 °C低い事が推定されているが，これらによって見ても鳥取気象台の資料にもとづいて考察を進めてもさしたる不都合はないと考えられる。

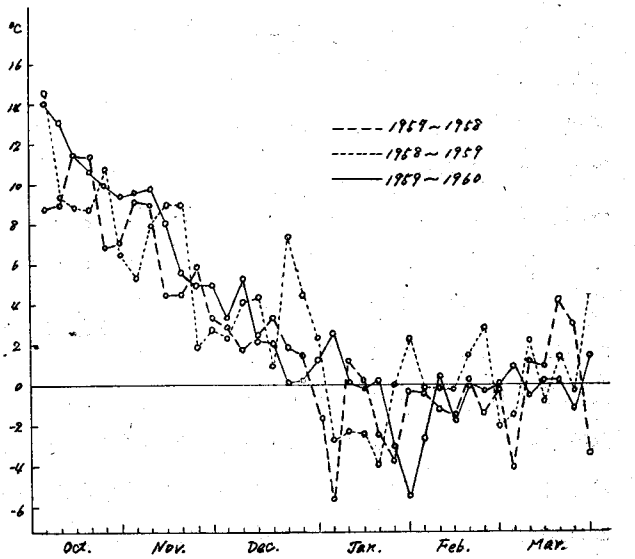

Fig. 4. Minimum air-temperature's extreme of each period of five days.

2) 日　照　量

ユーカリの枯死には気温と平行して日照の多少による樹体内水分の不均衡も関係すると考えられる。日照量が比較的大なる場合は地上部の蒸散が盛んとなるが，地下における吸水の働がこれに伴わないのが冬季における植物体の一般的傾向である。

日照量を適確に見るためには日照率による表示を行なう方法が便利であるが，いま月別にこれを見るとTable 2の如くであり，さらにこれを日照時数から半旬別に見るとFig. 5の如くなる。著者は本研究において資料の引用上日照時数をとりあげたが厳密には日射

量 (Insolation) が樹体に関係すると考えて行くのが至当のようである。しかし太陽の遠近との関係，輻射線の方向との関係を考慮に入れず日射量と日照時間との関係が最も大であると考えても本研究上さしたる支障はないものと考えた。

Table 2. Variaton of rate of sunshine

	Oct. (%)	Nov. (%)	Dec. (%)	Jan. (%)	Feb. (%)	Mar. (%)
1957 ～ 1958	54	42	22	30	31	36
1958 ～ 1959	36	35	30	32	23	38
1959 ～ 1960	47	38	34	16	39	41

Table 2 によると第1年目の冬季ならびに第2年目の冬季には各月とも大なる変動は見られないが第3年目においては1月における日照率が急に低下している割合にその前後における月にはかなり高い値を示している。 従って第3年目の 1959～1960 年において樹体におよぼした影響はかなり大であった事が考えられるが詳細はこの資料だけでは不明である。

次に Fig. 5 によると第1年目 (1957～1958) と第2年目 (1958～1959) の冬季間においては 11 月の中・下旬と2月下旬以降において多少の変化が見られるがその他はほとんど同じような傾向をもって推移しているが，第3年目 (1959～1960) の冬季においてはかな

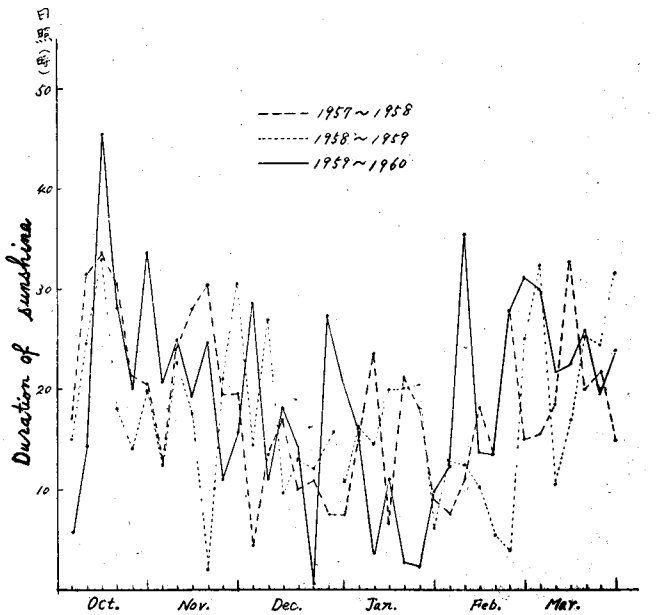

Fig. 5. Duration of sunshine of each period of five days.

り違った様相を呈している。この事はユーカリが本地方の気候に馴化するにとって極めて不都合な環境にあった年である事を示しているが，この図によっては第3年目の冬季の如何なる日に決定的な傷害を与えたかが明白でない。今この間の詳細を知るために次のような数値を求めて見た。すなわち気温がごく低くても日照量の小なる日はユーカリに大した影響を与えないが，気温が低く且つ日照量の大なる日にはユーカリの生理的障害が目立ってくるとの基本的な考え方から，鳥取気象台観測資料から毎日の水平面日射量 (cal/cm²) をその日の日照時数で除した値，すなわち一時間当りの日射量 cal/cm² を求め，これを −7.0°C を 0 として換算したその日の最低気温の絶対値をもって除し，得られた数値を日照時数の欠測日を除き半旬別に平均した値をもって示した。ここに最低気温の換算値を得るために −7.0°C を基準としたのは鳥取気象台資料による昭和18年～30年 (13年間) にわたる観測において最低が −7.0°C であったことによる。今この関係を図示すると Fig. 6 の如くである。これによって第2年目と第3年目の冬季における変動を見ると 1960 年1月下旬において極端に数値の大なる時が現われてくる。この値を仔細に検討をして見るに 1960 年1月 24 日の示す値が異常なために結果した値である事がわかったが，この日は最低気温が氷点下であり，それにも拘わらずごく短時間にかなりの日照量があった事が確められた。従ってこの極端なる数値は資料上の誤りでもなく偶然的な誤差でもない事が言える。すなわち気温がごく低いにも拘わらず日照量が大なる日が1月下旬に現われた事と，この現象の現われた直後にユーカリの枯損が認められ始め2月上旬から中旬に至る枯死徴

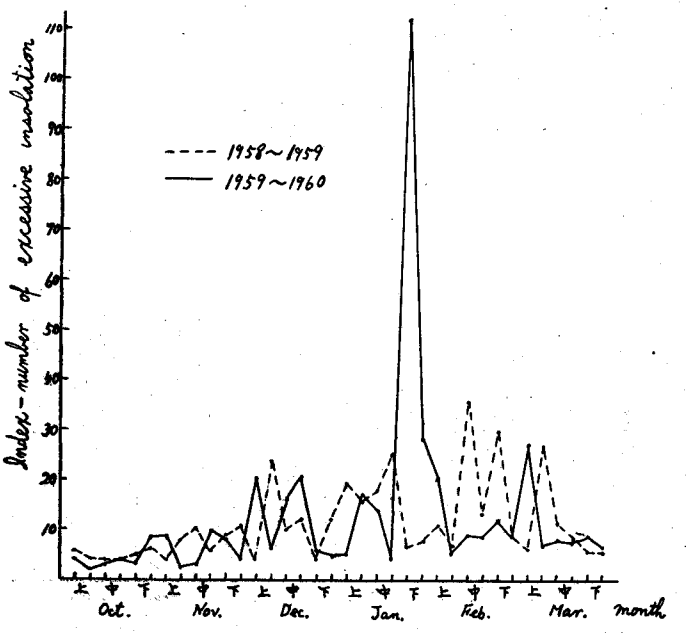

Fig. 6. Relations between minimum air-temperature and insolation.

候の激化が見られた事とは深い関係にあるものと考えて差支ないであろう。

3) 雪あられ，その他諸現象

ユーカリの枯死には低温と共に雪あられ，霜，結氷その他の影響も大いに関係するものと考えられる。この影響は端的に数字上に現わし難いが，樹木の生理の上から重要な関係を与えている。今程度を不問にして現象の現われた回数だけを気象月報から取り出して表示すると Table 3 の如くである。鳥取市附近ではこれらの諸現象の現われるのは 12 月から翌年の 3 月までで，それ以外の月に現われる事はきわめて少ない。従って本地方では 1 月以降に現われる結氷現象が問題となると考えられる。上表によれば 2 月，3 月における霜柱，2 月における雪あられの回数の多い事が第 3 年目の冬季に目立つ程度で，この表からは決定的な原因を摑むことが出来なかった。然しながらユーカリの凍結に起因する生理的な傷害から地上部枯死の原因を更に詳細に考究する必要があり，特に霜による害の重要性を考えて次のような資料のとりまとめを行なって見た。すなわち鳥取気象台資料から毎日の記事として霜，霜柱，結氷を選び出しその強，並，弱をそれぞれ 3，2，1 点として計算し各年別に 1 月から 3 月までの集計を行なった所 Table 4 の如き結果が得られた。これによれば霜柱に関しては大した変化は見られないが，霜に関しては 1960 年の 1 月下旬から 2 月上旬および 2 月下旬から 3 月上旬，また 1958 年の 1 月中旬と 2 月の上・中旬に結霜の著しかった事が認められ，結氷に関しては 1960 年の 1 月下旬において極端な値を得

Table 3. Various phenomena

		Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Total
1957～1958	Snow	3	13	7	6	29
	Soft hail	9	13	11	9	42
	Frost	2	4	6	2	14
	Freezing	1	10	8	6	25
	Rime-frost	0	3	0	0	3
1958～1959	Snow	0	15	2	3	20
	Soft hail	5	14	3	4	26
	Frost	2	3	3	4	12
	Freezing	0	12	2	3	17
	Rime-frost	0	0	0	0	0
1959～1960	Snow	4	12	9	3	28
	Soft hail	6	8	14	11	39
	Frost	3	2	7	5	17
	Freezing	3	9	7	3	22
	Rime-frost	0	0	1	2	3

ている。勿論気象台と実験箇所との位置，環境上の違いによる変化が考えられ必ずしもこれによって適確な資料となり得るものとは言えないが綜合的に1960年の1月下旬にはユーカリの枯死を決定づける大なる要因があった事は断言出来るであろう。漆原 (1958) は

Table 4. States of freezing phenomena

		Jan.			Feb.			Mar.			Total
		first	second	last	first	second	last	first	second	last	
Hoar frost	1958	2	6	0	4	6	2	2	0	0	22
	1959	3	0	2	2	0	0	4	2	1	14
	1960	0	2	5	3	0	7	5	0	5	27
Frost pillar	1958	1	1	1	1	3	1	1	0	0	9
	1959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1960	0	1	0	0	0	1	0	0	2	4
Ice accretion	1958	6	9	5	4	6	2	7	0	6	45
	1959	14	16	1	1	1	0	1	1	1	36
	1960	0	2	32	2	4	4	1	1	2	48

鳥取県岩美郡下，滝山一福部間にて鳥取県林業試験場が植栽試験を行なった452本の *E. globulus* 種 (1956年10月19日植栽) について1958年2月19日に地上部枯損の調査を行なったが，これによるとTable 5の如く葉において被害が著しく次いで葉を含めた下枝，上枝，幹という順に被害が及ぶ事が考えられている。

Table 5. States of stem-die caused by frost

Damage extent	Number of trees	Rate (%)
Healthy	12	2.7
Stem healthy, leaves 1/3~1/2 colored brown	165	36.5
Stem healthy, lower branches and leaves 1/3~1/2 colored brown	216	47.8
Stem broken and regenerate	19	4.2
Stem broken or dead completely	40	8.8
Total	452	100.0

さらにこのうち枯損の代表的なもの1本について調査した例ならびに著者が本学林学苗畑に生育中の約10年生 *E. globulus* 1本について調査した枯損状況は年齢，大いさ，調査年月日等は異なっていても傾向は大体似ており Fig. 7 の如くである。従ってユーカリでは下方程被害を受ける度合が激烈であり，これは霜あるいは樹葉の結氷による被害が大である事を示すものであると考えてよいであろう。(GEIGER, 1950)

これらの事からユーカリの育成には幼齢時に充分耐寒の手段を考えるべきであり，鳥取県東部においては少なくとも葉に被害がない部分が優勢となる5～6年位までは厳重な監視，管理が必要であるという事が出来よう。

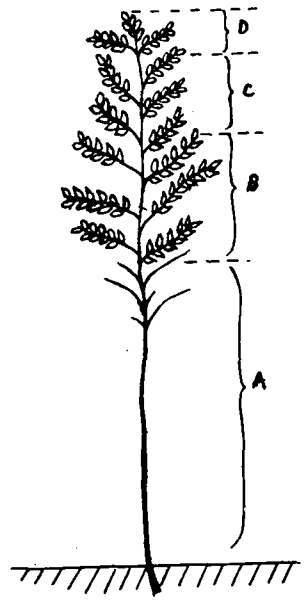

Fig. 7. State of the death of a part of eucalyptus. Note
A : Lower branches wither up
B : Damage of leaves 90%
C : Damage of leaves scarcely
D : Whorled leaves roll up

考　　察

本研究においてユーカリの地上部枯死は虫菌害によるものではなく気象上の傷害によるものである事が明白となった。土壌の理学性も間接的には若干関係しているかも知れないが決定的な原因とは言い得ない。

本学林学科苗畑におけるユーカリにおいては毎年冬季における寒害が軽微ではあるが現われていた。対照として調査した *E. globulus* 種においても1958年頃までは下枝の枯損が目立っていたが最近はほとんど目につかない程度で1960年春の幼齢ユーカリ樹の寒害を受けた際も *E. globulus* には被害の徴候はほとんど認められなかった。これによって寒さに対して最も鋭敏である *E. globulus* 種もある程度生長すると耐寒性が増し，枯死の心配がなくなる事が考えられる。

植物の耐寒性については多くの報告があり，畠山(1952)によるとツゲ，ツバキ，チヤなどの緑葉は自然の低温では細胞間隙に凍結を起すだけでなんら実害がない事を報じこの細胞外凍結により細胞内の脱水，濃度増加によりますます細胞内の凍結が起りにくくなり，氷点も降下する (ASAHINA, 1956)。然し細胞外凍結がかなり進行すると脱水により原形質の不可逆的凝固により細胞が害され (SCATH, 1941) この場合凍結が急激に行なわれると氷晶は微細のため原形質内に侵入して細胞内凍結を起すが (ASAHINA, 1956) 徐々に氷晶が出来ると大形のため細胞内凍結が起らず植物は安全である。これらは原形質膜の抵抗性によるものであろうがユーカリについてはおそらくその抵抗性が弱いものであろうと考えられる。

ユーカリの凍結による傷害は，はじめ樹葉が侵され漸次枝条部，幹部，さらに根に及ぶものと考えられ，このことはそれぞれ微害，軽害，激害を受けたユーカリの枯損状況を調べて見るとはっきり言える事である。

岡崎 (1960) によるとチヤの芽，新葉，旧葉の着位による氷点の差異の実験から旧葉に比較して芽および展開して間もない新葉は耐寒性が非常に低いことが示され，芽が展開

してから10日前後が最も弱いといわれている。さらに寒気に馴れた植物では冬季に一定氷点に達するのにかなり多くの凍結回数を要するが，寒気に馴れない植物では早く一定氷点に達しすなわちそれだけ寒気に弱いという事になる。

本研究の対象とされた *E. citriodora* は幼齢時の耐寒限界が −2〜+1°C であるとされ鳥取市附近の気温低下の上からそのままの状態での生育は見込がなさそうであるが，*E. longifolia* ならびに *E. tereticornis* は若干低温に強く幼齢時の耐寒限界が −7〜−3°C であるとされているから養苗時代の管理を充分に行なえば鳥取県内での生育はさして困難とは思われない。本研究におけるこれら3種のユーカリの枯損の状況を見ても *E. citriodora* は致命的であるが *E. tereticornis* において比較的太目の枝条で枯損の程度がゆるやかなのを認めた。この点から *E. longifolia* よりも *E. tereticornis* の方が鳥取市附近では有利であるようにも考えられる。

次に最低気温の極から見た場合 (Fig. 4) −6°C 近くまで下降している例が第1年目および第3年目の冬季にそれぞれ1回ありこの程度の気温の低下が1・2回現われただけで枯死に至るものでない事が考えられる。然らば何故に1959〜1960年に一斉枯死が現われたか。これを説明するのは気温だけについて見た場合第1年目の冬と第3年目の冬とでは厳寒期にはいる前の気温すなわち10月から12月に至る変化が重大な関係をもつものと考えられる。すなわち第1年目の冬と第2年目の冬においては10月〜12月に温度低下が数回現われてユーカリに耐寒性を増加せしめたが，第3年目の冬においては1月上旬までの気温が比較的高く，中旬〜下旬に急に極端な低温が現われた事によると見てよいであろう。

然しながらユーカリの地上部枯死には日照量の変化も考える必要があり，気温が低く且つ日照量の大なる日にはユーカリの生理的障害が目立ってくるであろうとの考えのもとにまとめた資料 (Fig. 6) によると1960年1月24日の示す値が異常なために結果したものであるという考え方も出来，これが2月上旬から中旬に至る枯死の徴候の激化と密接な関係があるようにも考えられる。

更に我国では殊に本州の林木では凍害よりも霜害の方が問題になる事が言われているが (酒井，1960)，問題となる霜害は春季発芽前後の霜による害である。鳥取県内各試験のユーカリの寒害の例 (鳥飼・松本，1958) を見ても，本学苗畑のユーカリの枯損の状況を見ても枝条よりも葉部に，また上方よりも下方に被害が著しくなっている。この事は霜害の影響が特に大なる事を予想し得る要因となる。

霜日の樹木に結霜を見るのは輻射熱を奪われた樹体の温度が外気より下るためで，この時葉の表面に結んだ霜が核となって葉の中に氷を植付けるが結霜しない時は凍るべき温度以下になっても凍らず過冷却の状態で凍害を受けない事があり得るといわれ (今田・武

藤，1958)，最初露が出来たものが凍って霜になるがこの温度は実測の結果 −2°C 前後であり地表 10 cm 近くが最低温度となり上方になるにつれて若干温度が上昇する事が言われている（酒井，1960）からこれらの事からユーカリの下方に霜害が多く，従って本研究におけるユーカリの地上部枯死の原因として霜の害が相当働いているものと考えられる。従って通発と吸水の均衡の破綻はしばしば葉先あるいは梢端からの枯死を惹起するものであるが（板内，1944)，総括的に考察すると本研究におけるユーカリの地上部枯死は結霜の程度が大であり，且つ結氷を著しく促進せしめた 1960 年春の寒気が直接的原因となり，これに日照過度の障害が加わって起ったものと見てよいであろう。

摘　　要

鳥取大学農学部構内にある林業苗畑に植栽したユーカリ樹の地上部枯死の原因について研究を行なった。すなわち 1960 年春に下記の 3 種の 4 年生ユーカリ樹において地上部枯死を見たもので，顕微鏡により病菌の有無を調べ，昆虫による被害の有無を確かめ，また土壌の理学性についても検討を加えた。更に，1957 年 10 月より 1960 年 3 月に至る気象学的な考察に当っては資料はすべて鳥取気象台観測の資料によったものである。

Eucalyptus citriodora HOOK.　(Lemon-scented Gum)
E. longifolia LINK & OTTO　(Wollybutt)
E. tereticornis SMITH　(Grey Gum, Forest Red Gum)

これらの調査研究の結果を要約すると次の如くである。

1) 本苗畑におけるユーカリの被害現象はこれまでにも若干認められていた所であるがいずれも大した被害ではなかった。この度の地上部枯死はほとんどすべてのユーカリにおいて一斉に発生したのでその原因は気象上の理由によるものであるとほぼ推察されたが，さらに病虫害等の有無についても検討を加えたところユーカリの地上部枯死には何等病虫害等が関係していないと判断されるに至った。更に苗畑の土壌の状態も直接的にユーカリの生育に関係するであろうが，本研究において土壌の理学性とユーカリの地上部枯死との関係を見出すことは出来なかった。

2) 凍害を受けたユーカリの被害は一般にまず葉において生ずるものである。ひとたび凍害を受けると葉は忽ち緑色から藁のような色に変り遂には濃褐色に変ってしまうものであり，また更にきびしい寒波がやって来ると枝や幹も被害を蒙るに至る。いわゆる冬枯れは凍害の結果ユーカリの一部分または全体に死をもたらすものであるが，鳥取県においては土壌の凍結，従って根の凍結は大したものではないのでユーカリの根は比較的安泰である。然しながら本県において時に襲来が考えられる比較的厳しい冬にユーカリが枯死しまたは傷害を受けたりする事がある点について，今後充分に考えて行かねばならぬであろ

う。

3) 毎日の水平面日射量 (cal/cm²) をその日の日照時数で除した値と，その日の最低気温との関係から導き出した数値によると Fig. 6 に示すように 1960 年 1 月下旬に極端に数値の大なる日が現われ，この過度の日射量と低温との繰り返しがユーカリの生育上重大な影響を与えたものと考える事が出来る。

4) 霜害は生命活動が活潑である間に起る植物組織内の氷晶形成に始まり細胞液が奪取され，原形質コロイドの沈澱あるいは他の有害な働きによってもたらされるものであると考えられている。これを気象上の諸現象から考察すると凍結には霜，霜柱，結氷が最も重大であると考えられるが，本研究においては霜と結氷とがユーカリの枯死に最も関係が深かったと考えられる。

5) ユーカリの如き植物においては霜の害や凍結の害は相当強く受けるものでこれを防ぐ事は比較的困難である。すなわちこのような樹種においては生長開始がかなり早いので，それに伴って晩霜の害にかかり易く苗畑で育成する場合には少なくとも 5～6 年位は充分な保護管理が必要であろうと考える。

文　　献

1) ASAHINA, E. (1956): The freezing process of plant cell. Cont. Inst. Low Temperature Sci. 10, 83～126.
2) 藍野裕久 (1954): ユーカリの害虫. 森林防疫ニュース 22.
3) GEIGER, R. (1950): The climate near the ground.
4) 畠山伊佐男 (1952): 緑葉でも 2 段凍結曲線のみられる例. 科学 22.
5) HAWLEY, R. C. (1946): Practice of silviculture.
6) 石川健康 (1958): 早期育成林業，ユーカリ属. 森林資源総合対策協議会編.
7) 伊藤一雄・保坂義行 (1954): 林試研報 59.
8) 伊藤武夫 (1954): 森林防疫ニュース 22.
9) 河本典一・原田浄二 (1955): ユーカリの耐寒性について. 日林関西支講 5.
10) 今田敬一・武藤憲由 (1958): 北海道主要造林樹種の凍害に関する研究 (I). 北海道大学演報 19 (1).
11) 近藤芳五郎 (1955): 林学科苗畑の気温ならびに地温と鳥取気象台観測の気温ならびに地温との関係 (未発表).
12) 近藤芳五郎 (1956): 螢光燈使用によるコガネムシ類の防除効果について (II). 日林関西支講 6.
13) 近藤芳五郎 (1960): 林業苗畑におけるクロコガネの生態に関する研究 (I). 鳥取農学会報 12 巻.
14) LARSEN, C. S. (1956): Genetics in silviculture (Translated by M. L. ANDERSON).
15) 真下育久 (1960): 森林土壌の理学的性質とスギ・ヒノキの成長に関する研究. 林野土壌調査報告 11 号.
16) 岡崎文彬 (1960): 林木の生理.
17) 斎藤孝蔵 (1957): 森林昆虫学.
18) 酒井　昭 (1960): 樹木の凍害と霜害. 山林 915 号
19) SCARTH, G. W. (1941): Dehydration injury and resistance. Pl. Physiol. 16.
20) 高橋　清 (1956): ユーカリ樹の気候馴化研究上興味ある事実. 日林誌抄録 38 (11).
21) 寺下隆喜代 (1955): 我国で見出された主なユーカリの病害. 日林誌 37 (5).

22) 栃内吉彦 (1944): 植物病理学通論.
23) 鳥飼俊治・松本由友 (1958): ユーカリ造成試験 (第2報). 鳥取県林試試験研究報告 No. 3.
24) 鳥取県防災気象連絡会 (1956): 鳥取県気象累年報.
25) 鳥取県防災気象連絡会 (1957～1960): 気象月報.
26) TOUMEY, J. W. & KORSTIAN, C. F. (1949): Seeding and planting in the practice of forestry.
27) 漆原義治 (1958): 鳥取県におけるユーカリ生育状況に対する二, 三の考察. 卒業論文.
28) U. S. Dept. of Agr. (1949): Trees the yearbook of agriculture.

Summary

This report deals with the study of stem-die of *Eucalyptus* spp. caused by some sources in the forest nursery of Faculty of Agriculture, Tottori University. In spring 1960 three species of eucalyptus (*E. citriodora*, *E. longifolia* and *E. tereticornis*) which were four years old have died on the parts of the shoot. Microscopical, entomological and soil physical experiments are tested. And in meteorological observations all materials from October 1957 to March 1960 are offered from the Tottori Meteorological Observatory.

The results obtained are as follows:

(1) The phenomena of damage of these eucalyptus have heretofore been observed a little, but they were not severe. Now stem-die of these trees is thorough-spread, so it is recognized that the source of stem-die of eucalyptus is due to some meteorological factors.

As the results of microscopical examinations and entomological studies, it is recognized that the stem-die of eucalyptus is not due to any disease or insect injury. Soil conditions of the nursery may have a relation to eucalyptus growth directly, but in these investigations relations between physical properties of the soil and eucalyptus stem-die seemed to be little.

(2) Injury of eucalyptus caused by freezing is in leaves at first, leaves rapidly lose their green color, become straw-colored and finally deep brown. And when the cold wave is more severe the branch and trunk are injured suitably. Winter-killing is the death of a part or all of eucalyptus as a result of its freezing. But in Tottori prefecture freezing of the soil and roots are not yet severe, eucalyptus roots are healthy comparatively. It is note worthy that *Eucalyptus* spp. may be killed or damaged in the relatively severe winters that sometimes occur in Tottori prefecture.

(3) The index-number of excessive insolation which is led to the relation between insolation of daily horizontal plane per duration of sunshine and daily minimum temperature shows accurately the reason of stem-die of *Eucalyptus* spp. (Fig. 6). Thus it is confirmed that frequencies of excessive insolation and cold temperature have much influence in vegetation.

(4) True frost injury, accompanied by formation of ice crystals within plant tissues while the vital processes are still active, withdraws water from plant cells, and may result in the salting out of some of the colloids of the protoplasm or in other injurious effects.

In meteorological phenomena, hoarfrost, frost pillar and ice accretion are more important in plant freezing, but in these investigations hoarfrost and ice accretion seemed to have much more relation to eucalyptus.

(5) In a plant like eucalyptus, frost damage and freezing may be severe at high elevations and usually difficult to control. Some species, such as eucalyptus that start their growth early, are so susceptible to late spring frost injury that they must be carefully protected in transplant beds for at least 5 or 6 years.