

樹木の心材形成に就いて(第1報)：クロマツ樹幹内に於ける心材部存在状況に就いて

千葉, 宗男

<https://doi.org/10.15017/14924>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 18, pp.59-72, 1950-12-10. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：



樹木の心材形成に就いて

(第I報) クロマツ樹幹内に於ける心材部存在状況に就いて*

千葉 宗 男

Muneo CHIBA: Studies on the heartwood-formation of the forest-tree.
[I]. Being-state of heartwood of black pine (*Pinus Thunbergii* Parl).

* 本報告の一部は昭和25年5月19日 日本林學會九州支部第2回會員研究發表會で報告した。

目 次

- I 緒 言
- II 供試材料及び測定方法
- III 測定結果
- IV 總 括
- V 引 用 文 献

I 緒 言

樹體內に於ける邊材部並に心材部の存在状態の如何は木材利用上極めて重要な問題で、本邦に於ても既にスギ¹³⁾・カラマツ^{9) 11)}・エゾマツ・トヤマツ¹⁵⁾等に就いて諸氏の調査報告があるが、マツ類についての邦文の報告は未だ發表されたものがない。

著者は心材の成因を究明する一助として、樹體內に於ける邊材部並に心材部の存在状態を調査し、心材の形成に及ぼす環境条件の影響を考察して、心材形成の概略の傾向を把握したいと思い、昭和19年秋より同22年に亘つて調査測定した結果を取纏めたのである。

本調査を実施するに當り、當初より終始御懇切なる御指導を賜つた九州大學造林學教室佐藤敬二教授に對し衷心より感謝致します。

II 供試材料及び測定方法

樹体内の邊材部及び心材部の存在状態の概略の傾向を知る爲に調査測定した樹木は

九州大學糟屋演習林内大倉園地、黒松（天然生 160～180 年生）	83 本
同 上 同 （天然生 60～80 年生）	133 本
同 鬼ヶ浦 同 （同 80 年生）	38 本
福岡縣糟屋郡和白村奈多國有林内 （植栽 34 年生）	140 本
同 上 （天然生、80 年生）	53 本
福岡縣朝倉郡夜須村牧の谷國有林内 （植栽 27 年生）	165 本

その他、主として直立木合計約 650 本について、伐採前その生立状況を調査し、伐採直後伐痕部及び玉切り各断面に於ける

- 1) 年輪數
- 2) 心材部並邊材部年輪數（4 方向）
- 3) 半徑（樹皮を除く。4 方向）
- 4) 心材部幅（髓の中心を起點とする 4 方向）
- 5) 邊材部幅（4 方向）

等を測定した。但し枝分岐點直下は心材が過大に現われ、又枝打傷その他の傷害部附近に於ては保護組織の形成その他で心材部が過大に現われる傾向にあるので、このような點での測定は行わなかつた。

この材料は正規の樹幹析解法によることが出来なかつた爲各玉切り断面に就いての測定結果であつて、調査箇所毎に直徑階、年齢階等に依つて適宜整理して總括したもので、個樹による變異が甚だ大きいことは勿論である。

調査野帳より、直徑（又は半徑）、心材部幅、邊材部幅、年齢、心材部年輪數、邊材部年輪數等を算術平均法によつて夫々の平均値を算出した。

III 測定結果

1. 心材形成開始年齢

枝打傷その他によつて形成される所謂 Schutzkern や Falsche Kern 等は別として、Normal Kern は Ehwald²⁾ 氏によつて Alterskern と呼ぶことを提唱されたことがあるが、その呼稱の良否は別として一般に心材は樹種により一定の年齢に達して始めて形成されるもので、歐洲アカマツに就いては¹²⁾ Elsas 20 年、Ausbacher Gebirge では 30 年、Württembergische Schwalzwald では 30～35 年より形成し始め

ると云われ、又 Hägglund³⁾氏は、Elsasz で 20 年、南部瑞典 25 年、中部瑞典 40 年、北部瑞典 70 年と述べ、之は立地、氣候、土壤、樹勢その他によつて左右されるが、一般に温暖地方に於ては 寒冷地に於けるよりもより早く心材を形成し始めると述べている。

福岡近郊に於ては、糟屋郡和白村の 34 年生のものは勿論、朝倉郡夜須村の 27 年生のものも既に 2～3 年輪心材化しているのが測定され、又篠栗町、新宮村、香椎町その他各所で伐採中の坑木類について測定した結果を綜合すれば、大體 20 年生前後より心材を形成する様に見うけられる。

又邊材が心材に變化しく行く時期及び経過については、ナラに就いての Hartig 氏⁷⁾の報告や、ブナの保護組織に就いての Gelinsky⁴⁾ 氏の報告等があるが、未解決の點の多い現状で、マツに就いて調査した結果については更に検討の上後日報告の豫定である。

2. 邊材部並に心材部年輪數

一樹體内に於て 邊材部年輪數と心材部年輪數とが樹齡の増加につれて どの様な變化を辿るかは興味ある問題で、Trendelenburg¹²⁾ 氏、大澤、平井兩氏⁹⁾ 等も述べている如く、心材は必ずしも年輪に沿つて形成されるとは限らず、従つて又一年に一年輪づゝ心材化して行くものでもない。

Pilz¹⁰⁾ (1907 年) は歐洲アカマツは 160 年 で、大澤・平井兩氏はカラマツでは 10～13 年で始めて心材部 及び 邊材部の年輪數が同數になると述べ、一般に幼齡時は一年輪幅心材化するに 2～3 年を要するも、老齡になるにつれ次第に短縮され、遂には一年に一年輪又はそれ以上が心材化することを報告している。

今著者の測定結果に就いて樹齡と邊材部 並びに 心材部年輪數との消長關係を見ると第 1 表の如くである。

即ち 當地方に於ては 140 年前後で始めて 心材部と邊材部の年輪數が同數となり、又幼齡期には一年輪幅心材化するに數年を要するも、樹齡の増加につれて次第に短縮され、60～70 年では二年間に一年輪が心材化し、130 年以上の老齡になつて始めて一年に一年輪又はそれ以上が心材化する様になることがわかる。

次に樹勢、生育の良否と心材部年輪數との關係を見る爲、同一立地内の同齡の樹木に就いて、直徑級別心材部並びに邊材部の年輪數を比較して見た。(第 2 表)。

第 1 表 樹齡と邊材部並に心材部年輪數との關係

樹 齡	樹齡差	邊 材 部年輪數	同 増	心 材 部年輪數	同 増	心 材 年 輪 數 率	一年間の 増 加 量
25		21		4		16.00%	
34	9	28	7	6	2	17.65	0.22
50	16	38.5	10.5	11.5	5.5	23.00	0.34
55	5	41	2.5	14	2.5	25.45	0.50
63	8	46	5	17	3	26.98	0.38
70	7	49	3	21	4	30.00	0.57
82	12	56	7	26	5	31.71	0.63
92	10	59	3	33	7	35.87	0.70
101	9	61	2	40	7	39.60	0.78
118	17	67	6	51	11	43.22	0.65
132	14	71	4	61	10	46.21	0.72
145	12	72	1	73	12	50.34	1.10
153	8	72	0	81	8	52.94	1.00
173	20	71	1	102	21	58.96	1.05

第 2 表 直徑級別心材部年輪數 (0.3 m 斷面)

牧 の 谷						
半 徑 級	~7.5 cm	~10.0 cm	~12.5 cm	~15.0 cm	~17.5 cm	備 考
心材部年輪數	2.91	4.01	4.88	5.80	6.25	平均年輪
心材部年輪數率%	10.90	15.02	18.28	21.72	23.41	26.7 年
大 倉 大 松						
半 徑 級	~25 cm	~30 cm	~35 cm	~40 cm	~45 cm	~50 cm
心材部年輪數	76.3	83.5	84.4	93.5	102.0	107.0
心材部年輪數率%	44.62	48.83	49.36	54.46	59.65	62.57
備 考	徑 級 55 cm 以上は本數少きを除外					

個樹により同齡木でも心材部年輪數には稍大なる變異あるも、一般的傾向としては徑級の大なるもの程、即ち生育良好で樹勢の旺盛なもの程、地上高各横斷面とも心材部年輪數多く、從つて邊材部年輪數並びに邊材部年輪數率が小になる傾向にある。

この事に關しては既に Hartig 氏⁷⁾その他¹²⁾も直徑級の大なるもの程樹幹各部共邊材部年輪數の少いことを報告しているところと一致する。

又樹冠の大小と心材部年輪數との關係についても二、三の報告はあるが後に譲ることとする。

立地の良否と心材形成開始年齢及び心材年輪數との關係については種々の議論があり、不良立地の方がより心材の形成盛んであると主張する人^{10) 12)}もあるが、之は樹勢、氣候その他関連する條件が多く、又同齡と雖も瘠惡林地に生立する劣勢木の如き生理的に老衰している樹木と生長旺盛な樹木とを同一視し、心材部年輪數、心材部幅、全斷面積に對する心材部面積等の相對比率等より心材形成の優劣を判定することは妥當性を缺くと思われる點も多く極めて難解な問題である。

今著者の測定結果について立地の良否と 0.3 m. 横斷面に於ける心材部年輪數及び邊材部年輪數を比較して見ると第 3 表の如くである。

第 3 表 立地の良否と心材部並に邊材部年輪數との關係

	大 倉	鬼ヶ浦	奈 多	牧の谷	奈 多
平均 年齢年	63.2	61.5	80	26.7	34.0
平均半径 cm	19.18	16.15	17.13	12.84	12.30
邊材部年輪數	46.59	48.27	67.79	21.92	29.34
心材部年輪數	16.61	13.23	12.21	4.78	4.66
同 上 率 %	26.61	21.51	15.26	17.90	13.71

(註) 大倉團地は九大糟屋演習林内で最もマツの生長の良好な主として西南向の緩斜地であり、鬼ヶ浦團地は不毛の瘠惡林地の多い林班で、測定は禿地周邊の樹木について行つた。

又奈多は海岸の下等地であるに反し、牧の谷團地は西南面の山腹でマツに對しては中～上等地である。

調査地の關係で同齡の樹木について比較することは出来なかつたが、立地の良好な地にある生育の旺盛な個體の方が不良立地のものよりも邊材年輪數が少く、心材年輪數が多くなる傾向が見られる。

Werberg 氏¹³⁾その他、之と反對の報告をしている人もあるが、肥大生長量及び後述の年平均心材化幅の大小等を比較考察すれば、不良立地の方が生長も悪く年輪幅が緻密である點等からも考察されうることゝ思う。

次に測定斷面の地上高差による心材部並に邊材部の年輪數の消長關係を見る爲、糟屋演習林及び牧の谷に於ける測定結果をあげれば第 4 表の如くである。

第 4 表 断面地上高別心材部並に邊材部年輪數

断面地上高 m.	年輪數	邊材年輪數	同 %	心材年輪數	同 %	備 考
0.5	175	76	43.43	99	56.57	大倉大松
3.0	170	77	45.29	93	54.29	No. 35
5.0	166	77	46.38	89	53.62	
9.0	154	76	49.35	78	50.65	
14.15	136	76	55.88	60	44.12	
18.65	123	75	60.98	48	39.02	
23.25	104	67	64.42	37	35.58	
25.45	95	63	66.32	32	33.68	
牧 の 谷						
0.3	26.7	21.92	82.10	4.78	17.90	調査木 165 本
2.5	19.9	16.80	84.42	3.08	15.58	樹幹 4 方向
4.0	18.8	15.85	84.31	2.95	15.69	平均値
6.0	15.0	13.29	88.60	1.71	11.40	

以上の如く地上高差による断面別の心材部年輪數及び比率は個樹により大差あるも一般に幹足部から樹梢部に向つて漸減するが、その減少の仕方は一樣に減少するのではなく、特に老齡樹に於ては心材部年輪數が幹足部から 1~2 m の間では同數乃至幾分増加し、樹幹中央部から急減する傾向があり、心材年輪數率は幹足が最大で、樹梢に向つて漸減する傾向にあることが見られた。

樹幹の地上高各部に於ける心材部年輪數は樹幹方位により多少の差のある事を認めている人があり、事實傾斜地に生育して偏心生長した樹木では肥大側の心材年輪數が一般に多いが、之は方位の影響よりも寧ろ氣候、立地の傾斜度、鬱閉その他に依存し、生長度の差に影響されることが多く、一般に半径の大きな方向が心材部年輪數も多く、鬱閉林分内の樹木で法正に生育し、4 方向の半径の大きさの差の少い樹木では心材部年輪數にも余り差が認められない。今地上 0.2 m. 横断面に於ける測定結果の平均値を示せば第 5 表の如くである。

第 5 表 樹幹方位別平均半径並に心材部年輪數

牧 の 谷			奈 多			備 考
方 位	心材部年輪數	半 徑 cm	方 位	心材部年輪數	半 徑 cm	
N	4.65	12.43	N	3.91	11.28	0.2 m
S	5.15	13.13	S	4.41	13.13	断面
E	4.63	12.84	E	4.20	11.96	
W	4.80	12.92	W	5.02	13.80	

一般に幹足部及び樹幹下部に於ては偏心率*が大で、心材部年輪數にも著しい差が見られるが、樹幹中央部から樹梢部に向うにつれ、次第に偏心率も小となり、又4方向の心材部年輪數の差も殆どなくなることが多い。

次に立地の傾斜度並びに立木の傾きが問題になるが、之等は樹木の偏心率に直接影響し、間接的に心材の分布に影響するが、この點に關しては樹幹の傾斜度と心材形成との關係について後日報告することとする。

* 大澤、平井 兩氏に依る。

3. 心材部の幅及び邊材部の幅

木材利用上の見地からは勿論、心材形成の經過を追跡する爲にも心材部並びに邊材部の年輪數と同様に其等の幅の消長を知ることは重要な問題である。

先ず樹勢、生育状態の良否と心材部幅並びに同比率との關係を見る爲に測定結果を徑級別に整理したのが第6表及び第7表である。

第 6 表 半徑級別邊材及び心材幅 (0.2 m. 横斷面)

半 徑 級	牧 の 谷			奈 多		
	~10 cm	~15 cm	~20 cm	~10 cm	~15 cm	~20 cm
平均半徑 cm	9.85	12.32	17.23	8.53	12.87	16.42
邊 材 幅 cm	7.86	10.20	14.65	6.80	10.39	13.36
同 上 率 %	79.80	82.79	85.03	79.73	80.71	81.36
心材半徑 cm	1.99	2.12	2.58	1.73	2.48	3.06
同 上 率 %	20.20	17.21	14.97	20.27	19.29	18.64

第 7 表 直徑級別邊材及び心材幅 (0.3 m. 横斷面)

直 徑 級	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm
平均直徑 cm	16.92	25.27	35.64	45.10	54.27	63.57
邊 材 幅 cm	7.19	11.38	20.99	28.18	31.01	39.15
同 上 率 %	42.49	45.03	58.89	63.08	57.14	60.74
心 材 幅 cm	9.73	13.89	14.65	16.65	23.26	24.42
同 上 率 %	57.51	54.97	41.11	36.92	42.86	38.41

糟屋演習林その他での測定結果も大體同様の傾向を辿つていることが見られた。

即ち 個樹による差はあるが一般に同齡の樹木に就いては 直徑級の大きなもの程心材部半徑、邊材幅共に大きいことがわかつた。しかしながら心材幅率、即ち平均半徑に對

する平均心材部半径の百分率は 徑級の大なるもの程却つて減少する傾向にあることが見られる。

之は樹木の年々の生長が心材形成に影響すると同様に新年輪の形成にも關與し、特に後者に對する影響がより大である結果であつて、特に幼齡期に於ては心材幅と半径との比率乃至斷面積と心材部面積との比率がより小となる傾向にあるのであつて、この比率のみでは心材形成の優劣を判定することは出来ない。

即ち 個樹による變異は 大きいが一般に樹幹直径の増加と心材部直径の増加とは略々比例關係にあると云えるが心材幅率には比例關係が見られない。

次に斷面の地上高位置の差による心材部並に邊材部幅 及び その比率の消長關係を見ると第 8 表の如くである。

第 8 表 横斷面地上高別邊材部及び心材部幅

横斷面地上高 m	平均半径 cm	邊材幅 cm	心材半径 cm	心材半径率 %
奈 多				
0.2	12.30	9.80	2.42	19.67
2.5	8.60	7.15	1.46	16.98
5.0	7.12	6.13	0.99	13.90
牧 の 谷				
0.2	12.84	10.61	2.23	17.38
2.5	8.54	6.95	1.59	18.57
4.0	8.51	7.15	1.36	15.98
6.0	8.28	7.59	0.69	8.33
大 倉				
0.2	19.18	11.92	7.26	35.17
5.0	16.87	11.38	5.49	32.56
10.0	11.20	7.35	3.85	31.60
15.0	9.96	7.79	2.17	23.17
20.0	8.40	7.30	1.10	13.52

即ち心材幅及び心材幅率は幹足部に於て最大で樹梢に向つて漸減するが、邊材幅は減小度少く、邊材幅率は反對に樹梢に向つて増大し、松に於ても所謂邊材幅の齊一性が見られた。

尙心材幅は樹幹下部に於ては 極めて不規則な形狀を呈することがあるが樹幹上部

に向つて次第にその差を減じ、樹幹中央部以上に於ては略々同心圓狀になることは心材部年輪數の場合と同様である。

又樹幹分位別心材幅及び同比率に就いては立地の傾斜方向、傾斜度、立木の傾き、彎曲その他により個樹により可成りの差が見られるが、心材部年輪數同様、同齡の樹木に於ては方位による差は少く、生長の大小と比例關係にあることが認められた。

(第9表參照)

第9表 樹幹方位別心材部幅並びに比率

方位	大倉大松			牧の谷		
	平均半徑 cm	心材部半徑 cm	同率 %	平均半徑 cm	心材部半徑 cm	同率 %
N	34.80	22.13	63.59	12.43	2.02	16.34
S	42.87	27.75	62.50	13.13	2.52	19.23
E	35.65	19.56	54.84	12.84	2.14	16.74
W	53.54	37.85	69.79	12.92	2.23	17.52
備考	地上 0.3~0.5 m. 横斷面			地上 0.2 m. 横斷面		

今福岡近郊に於けるクロマツの心材形成開始年齢を20年とし、Harsh氏に従つて年平均心材化幅を算定すれば、幹足部に於ては、奈多(34年生)0.172 cm, 牧の谷(27年生)0.333 cm, 大倉(60~80年生)0.168 cm, 奈多(80年生)0.076 cmとなり、良立地の生長旺盛な樹木の方が不良地の生長不良木よりも年平均心材化幅が大であり、この點よりも生育の良否と心材形成とが相關連していることがわかる。

尙參考の爲糟屋演習林大倉園地及び牧の谷に於ける測定結果につき、年齢と心材部年輪數及び半徑と心材部半徑との相關々係を算出した。

心材形成は前述の如く個樹により、又氣候、立地の良否等により大差ある故同一林分乃至同様の立地條件の地の多數の樹木に就いて測定することが望ましいが、材料の關係で、同一林分内で多年齡階、多直徑階に亘る調査が實施出來なかつたので、此處では個々の林分についての測定結果から相關係數を算定した。従つて年齡階乃至直徑階の狭い範圍内での算定であるが概略の傾向は把握出来るものと思われる。

1) 年齢と心材部年輪數との相關々係

大倉(56~76年、平均 62.57 年生)

$$r = \frac{11.614}{5.386 \times 4.35} \pm 0.04332 = 0.5092 \pm 0.04332$$

牧の谷 (24~28 年生、平均 26.7 年生)

$$r = \frac{0.35603}{1.080 \times 1.505} \pm 0.02732 = 0.4190 \pm 0.0273$$

であつて、その相關々係は余り確實ではないが正の相關のあることが認められる。殊に壯齡の比較的多年齡階を包含する大倉の方がやゝ大きな値を示している點よりも、兩者の間にある程度の相關々係のあることを認めて良いと思う。

2) 半徑と心材部半徑との相關々係

大倉 (徑級 15~65 cm; 10 cm 括約 心材徑級 3~33 cm; 5 cm 括約)

$$r = \frac{60.857}{12.40 \times 7.852} \pm 0.035748 = 0.6245 \pm 0.03575$$

牧の谷 (徑級 7.5~22.5 cm; 5 cm 括約: 心材徑級 1~6 cm; 1 cm 括約)

$$r = \frac{1.6745}{2.745 \times 1.231} \pm 0.03993 = 0.4955 \pm 0.03993$$

又地位略々同等と思われる牧の谷及び大倉の測定結果全數につき 半徑級と心材徑との相關々係を求めると

$$r = \frac{60.90}{12.097 \times 0.5990} \pm 0.0094 = 0.8405 \pm 0.0094$$

となり兩者の間には年齡と心材部年輪數との間に於けるよりもやゝ高度の相關々係が存在することが確實である。

心材部、邊材部の面積及び體積、並に其等の斷面積乃至材積に對する比率は半徑、心材部半徑その他から容易に算定出来るが、著者の測定結果は第 10 表の如くであつて心材面積率は幹足部から樹梢に向つて減少し、幼齡樹に於ては幹足部より樹梢部に向つて漸減するも老齡樹にあつては幹足より樹幹中央部迄は減少度極めて緩徐であり、以後樹梢部に向つて急減する。

尙幹足部斷面に於ける心材部面積率の樹齡による變化は 30 年生で 4 %、60 年生で 15 %、140 年生以上で始めて 40 % 以上になることがわかる。

第 10 表 幹足部に於ける心材部面積率

調 査 地	平均年齡 年	平均半徑 cm.	斷 面 積 m ²	心材部面積 m ²	同 率 %	備 考
牧 の 谷	26.7	12.84	0.05175	0.0015767	3.047	
奈 多	34	12.30	0.04778	0.0019190	4.017	
大 倉	63.2	19.18	0.13324	0.020270	15.21	
大 倉 大 松	171	43.11	0.58386	0.246552	42.23	

以上極めて簡単に樹体内に於ける心材部並びに邊材部の分布状況を述べたが、心材の形成状況は同一林分内の同齡の樹木でも個樹により、又各種瑕瑾の有無多少等によつて相違しているが、心材の形成と環境との関係を見ると、外圍の環境條件の變化と樹体内に於ける生理作用の變化とは必ずしも平行しておこるものとは限らないが、その間に高次の相關々係のあることは既に明らかにされたところで、心材化も生理現象の一種で、木化(Lignification)の次に來るものであると見做して良いものと思われる。

藤田 光³⁾氏によると木化の程度は當該植物の生長度に比例するものであつて、生長旺盛な植物程木化度(即ち木化の速度及び量)が大であると述べているが、心材化にも大體同様のことが云えるようである。

從來、氣象、土壤その他の立地條件が悪く、生長のおそい劣勢木の方が心材の形成旺んであると述べている人もあるが、同齡の生長旺盛な優勢木と被壓劣勢木とを比較して見る場合半徑比率乃至斷面積に對する心材部斷面積の比率が劣勢木の方が大であるからと云つて必ずしも劣勢木の心材化が盛んであるとは云われない。心材部の幅、年輪數、年平均心材化幅等を比較して見ると、その絶對量は却つて優勢木が大であり、

又同齡とは云え劣勢木は生理的には老衰しているものであつて、生理的に活勢な優勢木と對比することは余り妥當ではないと思われる点も多い。

抑々心材が形成される爲には

- 1) 組織の老衰(廣義の Degeneration)
- 2) 所謂心材物質の形成に要する物質の多量の供給

と云う二つの相對立する要件が組合わさつて作用するもので、被壓木の各組織は早くより老衰して1)の要件は満足するが生理作用の微弱から2)の要件は具備されない。

之に反し生活力の旺盛な樹木に於ては形成層による細胞分裂が盛んであり、形成層の樹體に及ぼす壓力も極めて大であると思われる。

この壓力によつて組織が壓迫されて病的になり 法正な物質代謝が出來なくなるであらうことは推定に難くない。

この點からも優勢木は組織が老衰しなくとも一種の病的現象を呈し1)の要件を満足すると思われる。又 傷害その他何等かの刺激によつて組織細胞が若返ることがあるが⁴⁾、一度木化した細胞には滅多に若返り、即ち新細胞の形成は見られず、リグニンがタンニンその他の物質に變化することが多く、又一面生長の旺盛な植物はタンニン、樹脂その他の含有量多く、この点からも2)の要件が充される。

以上要するに心材形成は一種の生理現象であつて、樹勢の旺盛なもの程心材形成も盛んであると見てさしつかえないと思われる。

IV 總 括

1. 心材の形成に及ぼす環境の影響を調べる爲、福岡市近郊に於て25年生より178年生まで合計650本のクロマツに就いて樹幹各部に於ける心材部並びに邊材部の年輪數及び幅を、樹幹折解法に準じて測定した。
2. 當地方に於てはクロマツは大體20年生前後から心材を形成する。
3. 心材部の年輪數は樹齡の増加と共に増加し、140年生前後で心材年輪數と邊材年輪數が同數となる。即ち幼齡時は1年輪幅心材化するに數年を要するが、130年以上の高齡に達すると1年に1年輪又はそれ以上が心材化する様になる。
4. 同齡の樹木に於ては直徑の大なるもの程、即ち生育の旺盛なもの程、心材部年輪數が多く、心材部幅も亦大である。
5. 同齡の樹木について立地の良否と心材化との關係を見ると、優等地のものが劣惡地のものに比し心材部年輪數、心材部幅ともに大である。
6. 心材部年輪數率及び心材部幅率は徑級の大なる程小さく、優等地のものは劣等地のものより小になる傾向が見られた。
7. 心材部年輪及び幅に及ぼす方位の影響は各横斷面とも見られなかつた。
8. 心材部年輪數、幅共に幹足部から樹梢部に向つて漸減するが、減少の仕方は一樣ではなく、個樹により、生育の良否、老幼等によつても異なる。
9. 心材部の面積及び斷面積に對する比率も樹梢部に向つて減少する。
10. 以上のことから樹木の心材形成は生理現象の一種であつて、樹勢の旺盛なもの程心材の形成が盛んであると云い得ると思う。

V 引 用 文 献

- (1) Büsgen, Münch, Bau und Leben unserer Waldbäume 3 Aufl. 1927 (2) Ehwald : (12) に依る (3) 藤田光 : 高等植物に於ける細胞膜の消長關係 : 特に木化に關する生理學的研究 九州大學農學部學藝雜誌第6卷第4號 (4) Gelinsky, H. Die Astreinigung der Rotbuche. Zeitsch. für Forst- und Jagdw. s. 289, 1933 (5) Hagglund : (12) による (6) Harsh : (12) による (7) Hartig, R. : Die verschiedenen in der Quarität und anatomischen Bau des Fichtenholzes. Forst-Naturw. Zeitschr. s. 129, 1892 (8) 纈纈理一郎 : 生理植物學 (9) 大澤正之、平井左門 : 樹幹形態としての心材部存在狀態、北海道大學農學部演習林報告、第十四卷第一號 (10) Pilz : Einiges über die Verkernung der Kiefer. Allg. Forst- und Jagd Zeit. 83 : s. 295, 1907 (11) 中島廣吉 : 落葉松の心材率 北海道林業會報 28卷、1930 (12) Trendelenburg, R. : Das Holz als Rohstoff. 1939 (13) 山内俊枝 : 杉の心材率に就て、林學會雜誌 第10卷 第11號 1928 (14) 矢澤龜吉 : トマツ、エゾマツ枝條及側根の各種容積比重體積收縮率含水率及邊材に就いて、日本林學會誌 23卷 9號 1941 (15) 矢澤龜吉 : エゾマツ、トマツ丸太の邊材の厚さ及邊材率について、樺太廳中央試驗所彙報 第二類、第七號

STUDIES ON THE HEARTWOOD-FORMATION OF THE FOREST-TREE.

[I] BEING-STATE OF HEARTWOOD OF BLACK PINE (*PINUS THUNBERGII* PARL).

(Résumé)

Muneo CHIBA

To study the process of the Heartwood-formation, the relation between site factors and being-state of heartwood was studied.

By means of the stem analysis, measurments as follows were made on all cut sections of varying ground heights on about 650 pine trees, from 25 to 170 years old.

- 1) Annual-rings number of heartwood and sapwood.
- 2) Diameter of stem without bark.
- 3) Breadth of heartwood and sapwood respectively.

All measurments were made on 4 directions from the pith to the perimeter, and arithmetic means were calculated.

Results obtained were as follows:

1. In Fukuoka district and its vicinity, black pine trees begin to form heartwood at about 20 years old.

2. With the increment of the age, the heartwood rings increase, and on the trees more than 140 years old, they become equal with that of the sapwood.

To increase one ring to the heartwood it needs 4-5 years in the younger stage, and 2 years in the stage of 60-80 years old, and in the older stages more than 130 years, one or more rings change to heartwood in one year.

3. On the old trees of the same age it seems generally that the greater the diamter of the stem at the butt section, the more the heartwood ring number and the greater the heartwood breadth.

In other words, the dominant trees form heartwood most vigorously.

4. On the effect of the site quality, trees on the good site form heartwood more vigorously than the other, both on heartwood rings and its breadth. On the contrary the percentage of the heartwood breadth

$$\left(\frac{\text{heartwood diameter}}{\text{Diameter of stem}} \times 100 \right)$$

is frequently smaller on the good site, especially in case of the trees of the younger stage,

It will be generally said, that the increment of the heart ring number and breadth are proportionate to the growth rate of the stem, though their percentages are not always so.

5. The differences of the heartwood breadth in 4 directions from the pith are due rather to the growth rate than to the effect of the direction itself.

6. Regarding to the ground height of the cross section, it seems that the heart ring number is maximum and the breadth is largest at the butt section and decreases gradually upwards.

7. On the sapwood, in general, vigorous tree had a wider breadth than the inferior, and the percentage of the sapwood breadth to the stem diameter became greater from the butt to the top.