

木材の pH に関する研究 (第2報)[※]

木材のpHに及ぼす諸因子の影響について^{※※}

後藤輝男・往西弘次^{※※※}

Teruo GOTO and Hirotsugu ONISHI^{※※※}

Studies on the pH Value of Wood. II.[※]

Influence of Various Factors on the pH Value of Wood.^{※※}

1 はじめに

前報⁽¹⁾において、ガラス電極 pHメーターによる木材の pH 測定および電位差滴定による全遊離酸量の定量ならびに木材の緩衝作用と木材の pH との関係について報告した。

本報では同一木材において、pH 測定時の条件——木材含水率、樹高、伐採地域および心、辺材等——による pH 変化の挙動について検討した。

2 実験方法

以下特記しないかぎり、つぎの方法によって木材の pH を測定した。

20~40メッシュ (気乾材) 3g に蒸留水50mlを加え、1時間アスピレーターで排気後、そのまま24時間室温で放置した。ろ紙を用いてこの木粉けん濁液をろ過し、そのろ過液について pH メーター (ガラス電極) によって pH を測定した。一種の木材について、6回測定をおこないその平均値を木材の pH とした。

3 実験結果および考察

3.1 樹高による pH の変化

樹高約 250 cm の 7 年生スギ (*Cryptomeria japonica* D. DON) および樹高約 300 cm の 8 年生ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) を供試材とした。(伐採期日; 昭和40年5月24日) スギでは地際部から20, 90, 120 および 230 cm の辺材部, またヒノキでは 20 および 250 cm の辺材部を採取した。これらの試験片を室内で気乾状態になるまで乾燥させ、それぞれの pH を測定した。

Table 1. Change of the pH value of wood due to height.

Species	Height (cm)	pH value
SUGI (Sapwood)	230	6.11
	120	6.10
	90	6.14
	20	6.12
HINOKI (Sapwood)	250	5.93
	20	5.98

結果を Table 1 に示したように、スギおよびヒノキともに樹高によって pH の変化はほとんど認められない。すなわち、スギにおいて、pH は 6.12 ± 0.016 、またヒノキにおいて、pH は 5.95 ± 0.025 の範囲で分布している。

SANDERMANN⁽²⁾ らも針葉樹では樹高による pH の差異は認められないと報告している。また、GÄUMANN⁽³⁾ および TRENDELENBURG⁽⁴⁾ らによると、針葉樹の樹幹部において、その上部の pH は下部の pH よりもいくらか高い値を示すと報告している。したがって、針葉樹の樹高別による pH の差異および一定傾向は木材の種類によって、pH 範囲は多少分布 (± 0.02 程度) するが、ほとんど差異がないと考えられる。

3.2 木材含水率による pH の変化

pH 測定試料の含水率が pH に与える影響を検討した。供試材としてスギ辺材を用いた。まず、試料 (20~40メッシュ) を 60°C で減圧乾燥した後、いろいろな含水率になるように調湿した。含水率は絶乾重量法によって測定した。

Fig. 1 に結果を示した。含水率の低下とともに pH は低くなり、とくに気乾状態以下の含水率になると急激に pH は低下する。また、含水率が約 12% から 15% まで

※ 前報島根農大研報 15 (A) : 68-74, 1967

※※ 第16回日本木材学会大会において口頭発表 (1966年4月)

※※※ 改良木材学研究室

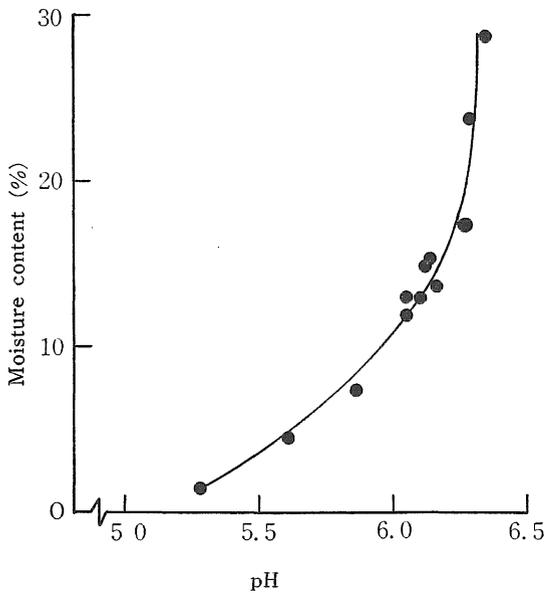


Fig. 1. Relation between the pH value and moisture content of wood. (SUGI : Sapwood)

変化した場合では pH は約 0.1 の範囲で変動するのみで大きく変化しない。これは SANDERMANN らの結果と一致している。すなわち、含水率は木材の pH に大きく影響を与え、とくに気乾状態以下における含水率変化によって pH は 0.8 近く変動する。しかし、この挙動原因はいまだ不明である。

3.3 伐採後経過期間による pH の変化

供試材として、スギ (伐採期日：昭和40年5月24日) の地上120cm の辺材部を用いた。pH の測定は伐採後2日目から32, 101, 157, 190, 214 および 250 日後におこなった。なお、pH 測定時の含水率は絶乾重量法を用いて木粉について測定した。伐採後2日目の含水率が29%と低かったが、これは木粉にする操作において、水が揮散したためであろう。

Fig. 2 に結果を示したように、木材の pH は伐採後の経過日数の増加とともに低下した。しかし、約160 日後から一定になる傾向を示してい

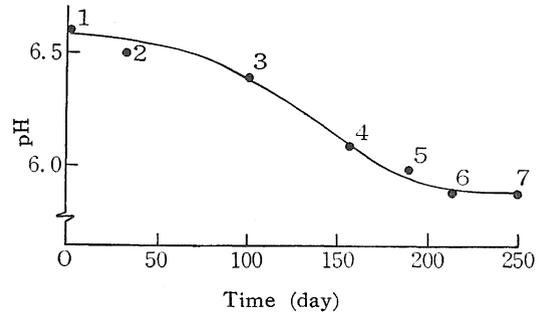


Fig. 2. Relation between the pH value of wood and the day elapsed after the felling. (SUGI : Sapwood)
Moisture content : 1. 29% 2. 18.5%
3. 13.5% 4. 12.9% 5. 12.8% 6. 12.9%
7. 12.9%

る。また、含水率は日数の経過につれて減少し、157 日後には12.9%となり気乾状態である。したがって、伐採後の経過期間と木材の pH の変化とは見かけ上関連性があるが、これは Fig. 1 から判るように含水率に依存し木材が気乾状態になれば、経過日数に影響されないで一定の pH を示すと思われる。

Table 2. Change of pH value of wood due to the cut-over area.

Species	Cut-over area				pH value	
	Forestry office	National forest	Lot	Sub-lot*	(H)**	(S)**
SUGI	Yamazaki	Takidani	135	e	5.7	5.7
	Nichihara	Nakanotani	92	a	6.3	6.0
	Tottori	Kushinami	68	a	6.1	5.8
	Tsuyama	Tsugawayama	84	b	5.7	5.9
	Shingu	Omata	60	a	6.2	5.7
AKAMATSU	Yamaguchi	Nameyama	34	a	5.0	4.8
	Saijo	Nishigadani	47	a	5.2	5.0
	Otsu I	Nishiyama	26	l	5.3	4.3
	Otsu II	Ichijono soto 5	34	a	4.5	4.5
	Nichihara	Gondoro	93	a	4.3	5.0
	Hiroshima	Okuino	45	b	5.2	4.5
HINOKI	Niimi	Sungaya	23	a	5.4	6.0
	Koya	Koyasan	3	c	5.5	6.0
	Kawamoto	Yomogiyama	48	a	4.5	5.8
	Fukuyama	Motoshigeyama	54	a	5.4	6.0
BUNA	Kanazawa	Yamabushiyama	45	b	5.1	5.6
	Tottori	Sawakawa	15	b	6.0	6.0

* a, b, c, e and l show い, ろ, は, ほ and を respectively.
** (H) : Heartwood, (S) : Sapwood

3.4 伐採地域による pH の差異

供試材として、アカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) : 6 地域, ヒノキ : 4 地域, スギ : 5 地域およびブナ (*Fagus crenata* BLUME) : 2 地域を用いた。これらの伐採地名およびその pH を Table 2 に示した。

それぞれの木材の心材辺材について、pH の分布範囲を標準偏差で示すとつぎのようである。

- スギ : 心材 pH 6.0 ± 0.25 , 辺材 pH 5.8 ± 0.12
- アカマツ : 心材 pH 4.9 ± 0.39 , 辺材 pH 4.7 ± 0.27
- ヒノキ : 心材 pH 5.2 ± 0.40 , 辺材 pH 6.0 ± 0.10
- ブナ : 心材 pH 5.6 ± 0.45 , 辺材 pH 5.8 ± 0.20

したがって、同一木材においても伐採地域が異なることと $0.10 \sim \pm 0.45$ の範囲で pH に差異が現われる。また同一木材において、心材および辺材の pH の差異は伐採地によって同じ傾向を示さないようである。GÄUMANN は土壤表面および 30cm 深さの土壤の pH と木材の pH との関連性を報告している。したがって、木材の pH は土壤酸度によって多少の影響があるものと考えられる。

3.5 木粉けん濁液の温度変化による pH の変化

木粉に蒸留水を加えて 24 時間放置する時、けん濁液の温度が pH にどのように影響するかを検討した。実験はつぎの方法によっておこなった。スギ辺材 3g (気乾状態) を三角フラスコに入れ蒸留水 50ml を加え 1 時間排気した後、2, 22, 30, 50 および 70°C に温度調整した恒温器中に 24 時間放置した。なお、30°C 以上の温度で放置する場合には蒸留水の蒸発を防ぐため還流冷却器を取り付けた。その後、このけん濁液のろ過液について pH を測定した。

結果を Table 3 に示した。けん濁液の放置温度によって pH はわずかであるが変化していると考えられる。すなわち、50 および 60°C で放置した場合 pH は 30°C 以下

Table 3. Change of pH value of wood due to temperature of the suspension in water.

Temp. (°C)	2	22	30	50	70
pH value	5.9	5.9	6.0	5.7	5.7

SUGI (Sapwood)

の場合よりも約 0.3 低くなっている。この原因は冷水よりも温水でけん濁した場合、より抽出量が増加するためであろう。また、温度が高いほど木材の加水分解が促進され、酸濃度が増加するためであると考えられる。抽出液は温度の増加につれて無色から淡黄色に変化した。

Table 4. Change of pH value of wood due to the time elapsed of the suspension in water.

Species Time (min.)	pH value		
	RED LAUAN	BUNA	HINOKI
10	4.4	5.1	5.1
30	4.4	5.1	5.1
60	4.3	5.0	5.1
90	4.3	5.0	5.0
120	4.3	5.0	5.0
150	4.3	5.0	5.0

3.6 木粉けん濁液の放置時間による pH の変化

ヒノキ、ブナおよびアカラワン (*Shorea negrosensis* FOXW.) の木粉 (20~40 メッシュ, 気乾状態) に蒸留水 50ml を加え混合した後 10 分間放置し、その後室温で一定時間ごとに 150 分まで木粉けん濁液について pH を測定し、放置時間による pH の変化について検討した。

Table 4 に示したように、3 種とも 150 分放置した後 pH はわずかに 0.1 低くなった。しかしながら、ほとんど変化はないと考えられる。SANDERMANN によると、2 日間放置した場合 pH が一定である木材もあるが、ある木材では pH が 1.4 も低くなっている。また逆に pH が 0.2 高くなっている。これらの原因はおそらく木材の加水分解の度合の差異によるのであろう。

3.7 心辺材別による pH の変化

心材辺材別による pH の変化がすべての木材について通則性があるかを検討した。

測定結果を Table 2 および 5 に示した。なお、Table 2 の結果および Table 5 の一部は同一木材における pH の変化を検討するため、測定試料を異にし数種について pH を測定した。これらの結果より、すべての木材について pH の変化は一般的に通則性がないといえる。すなわち、心材の pH が辺材の pH よりも低い場合もあり、また逆の場合もある。しかし、各木材において立地が異っても心材による pH の差異は一定傾向がある。すなわち、スギについては心材 (pH 6.0 ± 0.25) は辺材 (pH 5.8 ± 0.12) より、またアカマツについては心材 (pH 4.9 ± 0.39) は辺材 (pH 4.7 ± 0.27) よりも高い pH を示す。また、カバ (心材の pH 6.2 ± 0.36 , 辺材の pH 5.9 ± 0.30) およびニレ (心材の pH 7.0 ± 0.07 , 辺材の pH 6.6 ± 0.0) も同様に心材の pH が高い。しかし、ヒノキについては心材 (pH 5.2 ± 0.40) は辺材 (pH 6.0 ± 0.10) よりも低い。また、ブナ (心材の pH 5.6 ± 0.45 , 辺材の pH 5.8 ± 0.20)、カツラ (心材の pH

Table 5. The pH value of heartwood and sapwood.

Species	Botanical name	pH value	
		(H)★	(S)★
AKAEZO	<i>Picea Glehnii</i> MAST.	6.5	5.8
ITAYAKAEDE	<i>Acer mono</i> MAXIM. var. <i>eupictum</i> NAKAI	4.7	6.2
SEN	<i>Kalopanax pictum</i> NAKAI var. <i>typicum</i> NAKAI	5.9	6.3
HAN	<i>Alnus japonica</i> SIEB. et ZUCC. var. <i>genuina</i> CALL.	6.4	5.6
KABA	<i>Betula Maximowicziana</i> REGEL	6.4 5.9	6.2 5.6
SHIRAKABA	<i>Betula Tauschii</i> KOIDZ.	6.2	5.6
KATSURA	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> SIEB. et ZUCC.	5.1 5.6	5.8 5.8
MIZUKI	<i>Cornus controversa</i> HEMSLE.	6.5	6.7
KONARA	<i>Quercus serrata</i> THUNB.	4.8	5.2
SHII	<i>Shiia Sieboldi</i> MAKINO	4.9	5.2
KUSU	<i>Cinnamomum Camphora</i> SIEB.	6.9	6.6
SOMEIYOSHINO	<i>Prunus yedoensis</i> MATSUM.	5.5	5.9
KIHADA	<i>Phellodendron amurense</i> RUPR.	6.5	6.5
SHINA	<i>Tilia japonica</i> SIMK.	5.9 5.4	6.1 5.8
NIRE	<i>Ulmus davidiana</i> PLANCH. var. <i>japonica</i> NAKAI	7.1 7.0	6.6 6.6

★ (H) : Heartwood, (S) : Sapwood

5.3±0.36, 辺材の pH 5.8±0.0) およびシナ (心材の pH 5.6±0.36, 辺材の pH 5.9±0.16) も同様に心材の pH は低い。

SANDERMANN⁽²⁾らおよび武南⁽⁶⁾も一般に樹種別で心材および辺材において pH に一定傾向のないことを報告している。これらから、心、辺材別による pH の変化はそれぞれ木材によって異なり、その原因はそれぞれの木材において、心、辺材における化学成分の分布割合の差異によるものであろう。

4 おわりに

木材の pH を変化させる因子は多数あり、それらは木材の pH を検討する場合、重要になってくる。

結果を要約するとつぎのようである。

(1) 木材の樹高による pH の変化はスギ辺材では pH 6.12±0.016, またヒノキ辺材では pH 5.95±0.025 の範囲に分布した。したがって、針葉樹では樹高による影響はないと考えられる。(Table 1)

(2) 木材含水率は木材の pH に大きく影響を与える。すなわち、含水率の低下とともに木材の pH は低下する。とくに気乾状態以下では、わずかな含水率変化で pH は大きく変動する。(Fig. 1)

(3) 伐採後経過期間による pH の変化において、スギ辺材の pH は経過日数とともに低くなった。しかし、含水率が12.8~12.9%, すなわち気乾状態になると pH は一定になる傾向にある。(Fig. 2)

(4) スギ, アカマツ, ヒノキおよびブナについて、木材の伐採地域による pH の変化について検討した結果、伐採地域によって±0.10~±0.45の pH 範囲に分布し、pH は多少変化した。これはその生長地の土壌の pH に影響されていると考えられる。(Table 2)

(5) 木粉に蒸留水を加えた後放置する時の温度と pH の関係において、温度が高くなれば pH は低くなった。これは加水分解が促進されるからであろう。(Table 3)

(6) 木粉けん濁液を室温で放置した場合、150分後においても pH にはほとんど影響がなかった。(Table 4)

(7) 心材および辺材の pH の変化はすべての木材に通則性がない。しかし、同一木材については、立地が異っても、一般に心、辺材による pH の差異は一定傾向がある。測定した木材では、スギ, アカマツ, カバおよびニレは心材の方が、一方ヒノキ, ブナ, カツラおよびシナは辺材の方が高い pH を示す。(Table 2 および 5)

最後に、本研究は文部省科学研究費によりおこった。ここに感謝の意を表する。

参 考 文 献

1. 後藤輝男・往西弘次：島根農大研報 15(A) : 68—74, 1967
2. SANDERMANN W. and ROTHKAMM M. : Holz als Roh- u. Werks. 17 : 433—440, 1959
3. GÄUMANN E. : Flora 123 : 344, 1928
4. TRENDELENBURG R. and SCHAILE O. : Papierfabr. 35 : 221, 1937
5. GÄUMANN E. : Ber. Schwz. Botan. Ges. 44 : 57, 1935
6. 武南勝美 : 木材誌 10 : 22—29, 1964

Summary

The influence of various factors such as height, the cut-over area, moisture content, the day elapsed after the felling, heartwood and sapwood on the pH value of wood was investigated. The pH measurement of wood was carried out mainly on the filtrate by a pH meter with glass and calomel electrodes.

The experimental results are as follows :

(1) In the softwood, there was no relation between the pH value of wood and height. The pH value was distributed over the range of pH 6.12 ± 0.016 for SUGI (sapwood) and pH 5.95 ± 0.025 for HINOKI (sapwood). (Table 1)

(2) The pH value of wood was affected considerably by moisture content. Especially, when the moisture content was low (under the air-dried condition), the pH value of wood showed remarkable change with the slight change of moisture content. (Fig. 1)

(3) The pH value of wood was lower as the day elapsed after felling was longer. However, it tended to a definite value as the content of moisture in wood approached equilibrium with that in air. (Fig. 2)

(4) The pH value of wood changed clearly with the cut-over area. The pH values of SUGI, AKAMATSU, HINOKI and BUNA deviated in the range from ± 0.1 to ± 0.45 with the cut-over area. (Table 2)

(5) The pH value of wood decreased with the increase of temperature of the suspension in water. (Table 3)

(6) There was no relation between the pH value of wood and the lapse of time as the suspension in water. (Table 4)

(7) There was no regularity between the pH values of heartwood and sapwood of all wood. But, in the same wood there was generally regularity between them. For example, in SUGI, AKAMATSU, KABA and NIRE, the pH value of heartwood was higher than sapwood. And in HINOKI, BUNA, KATSURA and SHINA, its reverse phenomenon was the case. (Tables 2 and 5)