HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	稀アルカリの消費量による木材の簡易腐朽度測定法
Author(s)	福山, 伍郎; 川瀬, 清
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 17(1), 151-178
Issue Date	1954-03
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/20709
Type	bulletin (article)
File Information	17(1)_P151-178.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

稀アルカリの消費量による木材の簡易腐朽度測定法

教　授　福　山　伍　郎
助　手　川　瀬　　清

A SIMPLER METHOD FOR DETERMINING THE DEGREE OF WOOD DECAY WITH DILUTE ALKALINE SOLUTION

By
Goro FUKUYAMA, *Professor* and Kiyoshi KAWASE, *Assistant*

目　次

緒　言 …… 152
I. 測定方法 …… 153
II. 測定結果 …… 153
第1表　エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材 …… 154
第2表　エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツ材 …… 155
第3表　トドマツオオウズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材 …… 156
第4表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材 …… 157
第5表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材 …… 158
第6表　キカイガラタケによつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材 …… 159
第7表　ヒノキの腐朽木材と古材 …… 160
第8表　サワラの腐朽木材 …… 161
第9表　アカエゾマツ(カイメンタケ)とエゾマツ(ナミダタケ)の腐朽木材 … 162
III. 測定結果の考察 …… 163
IV. アルカリ消費量に影響を及ぼす諸因子 …… 165
A. 組成分の影響 …… 165
B. 濾過ならびに測定時間の影響 …… 166
C. 加熱時間および使用0.1 N NaOH量の影響 …… 167
D. 吸着試験法に準じた消費量測定法 …… 169
E. 考　察 …… 170
V. 木橋の腐朽診斷 …… 170
A. 札幌營林局管内の木橋 …… 170
B. 秋田營林局管内の木橋 …… 176
C. 考　察 …… 176

VI. 摘　要 …… 177
VII. 參考文献 …… 177
VIII. Summary …… 178

緒　言

木材の缺乏しつつある折から，あらゆる木材をその理化學的性狀に應じて合理的に利用することが必要で，木材の腐朽に對する關心ももつと高められるべきであるとの見解から本研究に着手した。

天然腐朽木材の化學的組成については，さきに報告[5]したが，これを利用する場合にその腐朽の程度が簡單にわかると便利である。たとえばパルプを造る場合に原木の腐朽の程度，腐朽木材の混合割合などがわかると，藥液の性質や蒸煮の條件などを適當に加減することができる。また木造建築物は腐朽によつて强度を減少するが，その豫知が困難であるため，ときおり思わぬ災害をひき起すことがある。したがつて適確な腐朽度の測定は災害の豫防上に缺くべからざるものである。建造物の腐朽度は直接部材の强度を測定してきめるのが理想的であるが，建造物を破壞しないでこれを測定することは困難である。そこで部材の破壞を最小に，しかもできるだけ短時間にかつ精度のある方法が考えられねばならない。これらの必要から案出した2つの腐朽度測定法，すなわちアルカリ消費量による化學的方法と釘保持力による物理的方法の2方法について攻究した。物理的方法は次報にゆずりここには化學的方法のみについて述べる。

木材が腐朽するとき，その化學的組成は菌の種類によりそれぞれ異なつた變化をするが，アルカリ可溶物の量は腐朽型と關係なく腐朽の進むと共につねに增加の傾向を示しているので腐朽度判定の基準としての價値が大きい。しかし分析による腐朽度測定法は相當量の試料と時間を必要とする。そこで筆者等は少量の試料を稀アルカリで加熱處理し，そのとき消費されたアルカリの量を滴定法によつて迅速に定量し，アルカリ消費量と組成との關係を檢討した結果，木材は腐朽するほどアルカリ消費量が增加することを確認することができた。

このアルカリ消費量と容積重および釘保持力との關係は後報にゆずり，ここではアルカリ消費量と腐朽の程度，ことに腐朽木材の化學的組成との關係を明らかにして，腐朽度測定法の基礎的資料を提出し，さらにこれを森林鐵道の木橋の腐朽診斷に應用した結果について報告する。

この研究を行うに當つて御援助をいただいた札幌，秋田兩營林局に對し深甚の謝意を表するものである。なお費用の一部は文部省科學研究費によつた。

I. 測 定 方 法

案出した測定法は腐朽度を測定すべき木粉約0.1 g を 100 cc 共栓三角フラスコにとり，これに 0.1 N NaOH 溶液 15 cc を加えて一定時間湯浴上で加熱し，冷却後ウラニン (0.1% 水溶液數滴) を指示藥として，未反應のアルカリを鹽酸で滴定し，はじめ加えたアルカリの量と殘存量との差を全消費量とし，これから試料 0.1 g に對する消費量を算出して腐朽度判定に資せんとするにある。

螢光指示藥を用いたのは，腐朽木材，ことに赤腐れの材をアルカリ溶液で處理すると濃赤褐色に溶出するため，フエノールフタレインのような赤色の指示藥では變色點を明確に判定できないので，着色液中でも變化をみとめうる螢光指示藥を用いた。

指示藥にはウンベロフエロンのように螢光の消現する pH が 6.5～8.0 で，しかも螢光が强く，0.01% のアルコール溶液 1～2 滴でたりるものを用いる方がよいようではあるが當教室にあり，水溶性にして螢光の變化する pH (3.0～5.0 : 無色→綠色) も使用に可能な範圍であるのでこれを用いた。

II. 測 定 結 果

測定に供した試料はすでに化學的組成[2] の明らかにされた數種の腐朽木材で，これにこの方法を適用してアルカリ消費量を測定した結果は第1表～第9表のようである。なお用いた試料の大きさは 42～80 mesh であつた。

III. 測定結果の考察

實驗結果によるとアルカリ消費量は 1% NaOH 抽出物の量とほぼ平行して增減しているが反對のこともある。これをそれぞれの表について吟味すると

第1表　エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材では A_0 健全材と A_1 變色材のアルカリ抽出物の量が同じであるにもかかわらず 30 分加熱，2 時間加熱とも A_0 健全材のアルカリ消費量の方が小さい。また A_2 のアルカリ消費量の順位はアルカリ抽出量のそれと異なつているが，この材のセルローズやリグニンの順位もまた同樣に特異であることと共に注目に値する。30 分加熱と 2 時間加熱との消費量の差は A_0 から A_3 の間では著しい變化はみられないが，健全材より腐朽木材の方が大きく菌の單離した白色纖維狀物 A_4 では健全材 A_0 の約 5 倍に達している。概してアルカリ消費量は腐朽が進むにしたがつて NaOH 抽出物の量と平行して增加し，加熱時間による消費量の差も腐朽の進んでいるものほど大きくなる傾向がある。

第2表　エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツ材でも，アルカリ消費量は腐朽が進

第1表 エゾノコシカケによつて腐朽したエゾマツ材の成分とアルカリ消費量との關係

Table 1. Relation between chemical composition of Yezomatsu spruce (*Picea jezoensis* CARR.) decayed by *Fomes jezoensis* TOCHINAI et KAMEI and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
							30分加熱 Heated for 30 mins.		2時間加熱 Heated for 2 hrs.		差 Difference
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコールベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	
A_0	0.42	48.45	27.66	51.24	2.08	13.73	0.67 0.76	0.72	1.19 1.24	1.22	0.50
A_1	0.42	48.80	27.76	55.78	1.73	13.77	1.00 1.00	1.00	1.58 1.52	1.55	0.55
A_2	0.37	49.29	29.84	50.00	2.44	18.98	1.66 1.56	1.61	2.20 2.24	2.22	0.61
A_3	0.22	48.60	22.62	62.07	3.34	21.02	1.52 1.46	1.49	2.02 2.07	2.05	0.56
A_4	—	43.89	0	84.75	痕跡	60.38	4.27	4.27	6.85	6.85	2.58

第2表 エゾタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分とアルカリ消費量との關係

Table 2. Relation between chemical composition of Akayezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.) decayed by *Polyporus balsameus* PK. and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
							30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコールベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference
B_0	0.42	50.37	28.20	53.70	4.90	16.13	0.89 0.88	0.89	1.49 1.47	1.48	0.59
B_1	0.39	49.77	27.63	58.94	1.95	12.34	0.74 0.75	0.75	1.24 1.28	1.26	0.51
B_2	0.40	51.59	28.99	55.96	1.54	14.86	0.99 0.96	0.98	1.34 1.37	1.36	0.38
B_3	0.34	49.17	27.40	54.67	0.85	21.75	1.36 1.38	1.37	1.88 1.89	1.89	0.52

第3表 トドマツオオウズラタケによつて腐朽したアカエゾマツ材の成分とアルカリ消費量との關係

Table 3. Relation between chemical composition of Akayezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.) decayed by *Polyporus balsameus* PK. and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)							
							30分加熱 Heated 30mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差	1時間加熱 Heated 1 hr.		3時間加熱 Heated 3 hrs.	
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average
C_0	0.44	48.92	27.21	54.03	2.32	13.79	1.01 1.01	1.01	1.20 1.31	1.26	0.25	1.33 1.32	1.33	1.48 1.48	1.48
C_1	0.46	49.39	25.97	50.80	4.29	20.58	0.78 0.81	0.80	1.15 1.12	1.14	0.34	0.89 0.89	0.89	1.44 1.46	1.45
C_2	0.37	50.62	31.14	42.49	6.79	40.49	2.27 2.27	2.27	3.48 3.41	3.45	1.18	2.74 2.74	2.74	3.82 3.83	3.83
C_3	0.31	52.92	48.28	24.40	3.05	50.56	2.71 2.71	2.71	4.09 3.92	4.01	1.30	3.34 3.37	3.36	4.37 4.29	4.33

第4表 カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分とアルカリ消費量との關係（その1）

Table 4. Relation between chemical composition of Todomatsu fir (*Abies Mayriana* M. et K.) decayed by *Polyporus Schweinitzii* FR. and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood (I)

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)							
							30分加熱 Heated 30mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差 Difference	1時間加熱 Heated 1 hr.		3時間加熱 Heated 3 hrs.	
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average		測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average
D_0	0.43	48.40	29.05	59.20	0.56	9.50	0.84 0.81	0.83	1.23 1.23	1.23	0.37	1.19 1.11	1.15	1.68 1.49	1.59
D_1	0.47	49.43	27.14	56.77	7.54	14.74	1.00 1.02	1.01	1.45 1.45	1.45	0.44	1.26 1.29	1.28	1.70 1.65	1.68
D_2	0.34	50.98	37.16	40.16	5.16	42.50	2.97 2.98	2.98	4.16 4.17	4.17	1.19	3.73 3.73	3.73	4.34 4.31	4.33
D_3	0.29	52.03	45.56	32.36	3.72	40.45	3.11 3.11	3.11	4.23 4.20	4.22	1.11	3.81 3.79	3.80	4.49 4.48	4.49
D_3'	0.33	53.93	56.75	19.02	5.10	44.83	3.23 3.24	3.24	4.25 4.28	4.27	1.03	3.83 3.83	3.83	4.43 4.47	4.45

第5表 カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材の成分とアルカリ消費量との關係（その2）

Table 5. Relation between chemical composition of Todomatsu fir (*Abies Mayriana* M. et K.) decayed by *Polyporus Schweinitzii* FR. and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood (II)

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
							30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコールベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference
D_0'	0.39	49.72	27.92	58.18	2.99	11.71	0.56 0.57	0.57	0.64 0.65	0.65	0.08
D_1'	0.44	49.26	28.02	59.70	1.92	11.74	0.59 0.59	0.59	0.62 0.62	0.62	0.03
D_2'	0.39	51.13	41.97	40.53	3.69	35.99	2.88 2.85	2.87	3.97 3.89	3.93	1.06
D_3'	0.33	53.93	56.75	19.02	5.10	44.83	3.23 3.24	3.24	4.25 4.28	4.27	1.03

第6表 キカイガラタケによつて腐朽したエゾマツ (H_1, H_2, H_3) および
トドマツ材 (H_4) の成分とアルカリ消費量との關係

Table 6. Relation between chemical composition of Yezomatsu spruce (*P. jezoensis* CARR.) and Todomatsu fir (*A. Mayriana.* M. et K.) decayed by *Lenzites sepiaria* FR. and volume of dilute alkaline solution cousumed by the decayed wood

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)						
							30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差	1時間加熱 Heated 1 hr.	
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコール・ベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference	測定値 Observed value	平均値 Average
健全エゾマツ材 Sound Yezomatsu	0.35	49.54	26.65	58.15	—	18.11	0.44 0.50	0.47	0.98 1.00	0.99	0.52	0.72 0.57	0.65
H_1	0.20	49.64	33.94	39.35	5.87	51.82	2.51 2.57	2.54	3.23 5.59	3.41	0.87	3.10 3.25	3.18
H_2	0.26	49.61	32.61	38.76	4.74	45.42	2.25 2.24	2.25	3.12 3.28	3.20	0.95	3.17 2.99	3.08
H_3	0.24	48.26	32.11	33.01	5.36	40.77	2.20 2.23	2.22	2.79 2.74	2.77	0.55	2.34 2.48	2.41
健全トドマツ材 Sound Todomatsu	0.37	—	—	—	—	—	0.79 0.77	0.78	—	—	—	1.08 1.07	1.08
H_4	0.31	48.67	28.59	56.20	0.96	11.75	0.12 0.14	0.13	0.50 0.48	0.49	0.36	0.43 0.41	0.42

第7表 ヒノキの腐朽木材および古材の成分とアルカリ消費量との關係
Table 7. Relation between chemical composition of decayed and old Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.) and volume of dilute alkaline solution consumed by the wood

試料 Sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)					0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
							30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	アルコールベンゼン抽出物 Alcohol-benzene soluble	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference
比較健全邊材 Sound wood	—	—	—	—	—	13.92	0.67 0.69	0.68	0.84 0.88	0.86	0.18
腐朽木材 Decayed wood (G_1)	—	58.16	54.15	7.47	12.71	57.49	3.15 3.23	3.19	4.04 4.03	4.04	0.85
法隆寺古材 Old wood of Horyuji Temple	0.36	50.55	27.20	51.02	—	26.95	0.65 0.70	0.68	1.10 1.16	1.13	0.45

第8表 サワラの腐朽木材の成分とアルカリ消費量との關係

Table 8. Relation between chemical composition of Sawara cypress (*Chamaecyparis pisifera* S. et Z.) decayed by brown rot fungi and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood

試料記號 Mark of sample	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)				0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
						30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差 Difference
		炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	
健全材 Sound wood	0.30	—	—	—	—	0.99 1.01	1.00	1.42 1.43	1.43	0.43
腐朽木材 (G_2)※	0.10	64.53	73.73	10.20	53.40	2.80 2.81	2.81	3.31 3.36	3.34	0.53

※ 終點不明瞭
End point was obsecure

第9表 アカエゾマツおよびエゾマツ腐朽木材の成分とアルカリ消費量との關係

Table 9. Relation between chemical composition of decayed wood and volume of dilute alkaline solution consumed by the decayed wood

材種 Wood	菌種 Fungi	容積重 Volume weight	成分 Chemical composition (%)				0.1 N NaOH の消費量 Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc/0.1g)				
							30分加熱 Heated 30 mins.		2時間加熱 Heated 2 hrs.		差
			炭素 Carbon	リグニン Lignin	セルローズ Cellulose	1% NaOH 抽出物 1% NaOH soluble	測定値 Observed value	平均 Average	測定値 Observed value	平均 Average	Difference
アカエゾマツ * Akayezomatsu spruce	カイメンタケ *Polyporus Schweinitzii* Fr.	0.34	54.58	45.15	17.67	48.48	3.32 3.32	3.32	4.33 4.35	4.34	1.02
エゾマツ ※ Yezomatsu spruce	ナミダタケ *Merulius lacrymans* Fr.	0.29	51.28	—	—	37.68	2.57 2.58	2.58	3.17 3.18	3.18	0.60
〃 *	〃	0.29	62.37	—	—	63.08	3.54 3.56	3.55	4.10 4.08	4.09	0.54
〃	Sound wood	0.42	—	—	—	—	0.84 0.84	0.84	1.04 1.08	1.06	0.22

※ 中期程度の腐朽 Partially rotted

* 末期的腐朽 Completely rotted

むにしたがつて1% NaOH抽出物の量に平行して増加している。B_0健全材のアルカリ抽出物量が特に多いのは，樹脂分の影響がアルカリ消費量におけるより多く現われるためとも考えられる。加熱時間による消費量の差は規則的ではなかつた。

第3表　トドマツオオウズラダケによつて腐朽したアカエゾマツ材でも，アルカリ消費量はやはり腐朽が進むにつれて増加し，加熱時間による消費量の差も次第に増加する一般的傾向にあることを明らかに示している。ただC_1水喰材が特異で，そのアルカリ抽出量やアルコール・ベンゼン抽出物量が多いにもかかわらず，アルカリ消費量が健全材C_0よりも少ないことはその容積重が大きいことと共に注目に値する。

第4表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材は第1群と，これに成分含有率から考えて第1群の末期D_3よりも腐朽が進んでいると考えられるD'_3を加えて一表にまとめて検討した。これによつてもまたアルカリ消費量は腐朽の進むにしたがつて増加し，必ずしも1% NaOH抽出物の量には比例していない。これを組成から判断すると，アルカリ消費量の方が腐朽度判定の指針としてむしろアルカリ抽出量にまさるように思われるものがある。

第5表　カイメンタケによつて腐朽したトドマツ材第2群は第4表とほぼ同じ傾向を示している。D'_1は變色材であるが分析値，容積重などから考えると化學的には全くおかされていないことがわかり，アルカリ消費量も明らかにこれを示している。

第6表　キカイガラタケによつて腐朽したエゾマツおよびトドマツ材は同一樹幹からのものでなく，しかも腐朽の程度が近いのでその腐朽段階の順序は明らかでないが，アルカリ消費量は1% NaOH抽出物の量と平行している。H_4はこの菌により一部變色した程度のトドマツ材で成分，アルカリ消費量とも局部的な腐朽をのぞけば健全材と變りないことを示し，そのアルカリ消費量が甚だ少ないことも明らかにこれを證明している。

第7表　ヒノキの腐朽木材と古材，ここに使用したヒノキの古材*は法隆寺の傳法堂に用いてあつた丸桁で約1200年前のものである。法隆寺のこの種古材はすでに研究[5),6),7)]せられて，その強度はほとんど變化していないものと斷定されている。ここに用いた材もすでに帶褐色（ふるびた感じ）であるが少なくとも肉眼的には腐朽らしいものは認められず，いまだにヒノキ材の特香が殘つていた。分析の結果はセルローズがわずかに少なく，1% NaOH抽出物が増加しているとみとめられることから，長年月間の空氣による酸化，あるいはバクテリヤなど微生物による表面の變化なども考えられ，セルローズは多少變質した部分もあると思われる。この結果は三好[7)]の實驗と一致しているが，久保[5)]はX線による研究でほとんど變化していないことをみとめている。しかし強度試驗の結果と，筆者等の行つたアルカリ消費量の少ないことからは，明らかに健全であると判定できるもので

* 早稲田大學教授十代田三郎博士の御提供による

ある。ここにおいてもアルカリ消費量と1% NaOH抽出物の量とが必ずしも平行でないことを示しているが，このアルカリ消費量が強度に對する指針となれば建築物部材の強度の判定に役立つて好都合である。後に報告するアルカリ消費量と釘保持力との間には一定の關係があり，釘保持力の抗壓强への換算式も考えられているから，强度もアルカリ消費量から判定できることになる。なお加熱時間による消費量の差は健全材がもつとも少なく古材，腐朽木材の順となつている。これは三好の報告[7]によると，健全材のpHが平均6.5であるのに古材のは5.8～3.9であり，しかも古いものほど低い傾向があることが明らかであることからも容易に理解しえられる。なお古材や埋木の研究[9],[11]は腐朽菌による木材の分解との間に共通の問題をもつていて，腐朽木材の研究には面白い參考となるものと思われる。

第8～9表にはそれぞれカイメンタケ，ナミダタケなどにおかされたアカエゾマツ，エゾマツ，サワラなどを示したが腐朽するほどアルカリ消費量が多く，かつ時間による消費量の差の大きいことも一般の場合と一致している。

以上の結果を總合すると

1. 健全材のアルカリ消費量は30分加熱の場合は1cc以下で，加熱時間による增加量も甚だ少ない。

2. 腐朽につれて木材のアルカリ消費量は次第に增加し，加熱時間による增加量も增加の傾向が大である。通常1% NaOH抽出物の量と平行するが必ずしも一致しない。その場合，組成などから考えると腐朽度判定の指針として，むしろアルカリ消費量による方がまさるものがある。

アルカリ抽出量とアルカリ消費量とは本質的に異なつたものである。これは前者はアルカリ溶液により溶出する物質の總量を示すが，この測定方法によるアルカリ消費量はNaOHと理化學的に結合する物質により消費された0.1 N NaOHの量だからである。

この測定法では，前にも述べたように，湯煎上でNaOHを作用せしめたのち，試料の入つたまま酸性側の指示藥を用いて，强酸であるHClを用いて殘存NaOHの滴定を行うから，こうして測定されたアルカリ消費量はこれを次の如く3部分に分けて考えると，1と2の和から3の部分を減じたものである。濾液について測定したものとは少し異なる。

1. 加熱處理中，化學的に結合したもの
2. 不溶性物質に物理的に結合したもの
3. 滴定中に前二者から離れてHClと結合するもの

IV. アルカリ消費量に影響を及ぼす諸因子

A. 組成分の影響

木材腐朽菌は好んで酸性に發育し，中性の培養基をしだいに酸性化するものが多い。また菌によつては蓚酸[10]を堆積することも知られている。筆者等の實驗によつても腐朽木材の溫水浸出液は，健全材よりも多くのアルカリを消費しているが，これはすでに古くWEHMER[2]によつて指摘されたことである。

アルカリ消費量はほとんどの場合アルカリ抽出物の量と比例的な關係にあるから，アルカリを消費するものの主成分はアルカリ抽出物と共通のものである。アルカリ抽出物の內容は多くの人によつて研究せられ，また筆者等の成分の研究のところでも明らかにしたように，セルローズやリグニンの分解物が主体であるが，最近BOSWELL[1]等はヘミセルローズを中心としてこの種アルカリ可溶物の內容をくわしく研究している。筆者等はアルカリ消費量におよぼす抽出物の影響を見るため溫水，アルコールベンゼンおよび稀アルカリでそれぞれ抽出した試料について實驗したが，その結果は第10表のようである。

第10表 アルカリ消費量におよぼす抽出物の影響
Table 10. Effect of extractives on volume of consumed alkaline solution

溶劑の種類 Kind of solvent	D_0 トドマツ 健全 Todomatsu Sound	減量	トドマツ D_3 カイメンタケ Todomatsu *Polyporus Schweinitzii* FR.	減量	エゾマツ ナミダタケ Yezomatsu *Merulius lacrymans* FR.	減量	エゾマツ A_4 エゾノコシカケ Yezomatsu *Fomes jezoensis* T. et K.	減量
無處理 Non extraction	0.83	0	3.14	0	3.55	0	4.27	0
アルコール・ベンゼン Alcohol-benzene	0.75	0.08	2.86	0.28	—	—	—	—
溫水 Hot water	0.68	0.15	2.79	0.35	—	—	—	—
0.1 N NaOH	0.22	0.61	1.88	1.26	—	—	1.17	3.10
1% NaOH	0.07	0.76	0.86	2.28	1.28	2.27	0.72	3.55
$\left(\frac{1\%\ \text{NaOH 抽出量}}{1\%\ \text{NaOH soluble}}\right)\%$	(9.50)	—	(40.45)	—	(63.08)	—	(60.38)	—

これによつてもまたアルカリ抽出物の影響が最大で，溫水抽出物がこれにつぎアルコール・ベンゼン抽出物の影響は最も少なかつた。また0.1 N NaOHによる抽出後も，腐朽木材は健全材よりも消費量が多く，さらに1% NaOHによつて抽出してもなお健全材以上にアルカリを消費し，ナミダタケにおかされたエゾマツ材はその傾向が著しい。これによつてアルカリ消費量が必ずしも1% NaOH抽出物の量に比例しないことを理解することができる。

次にセルローズおよびリグニンについてみると，赤腐れ材のセルローズは單離することが困難であるが，その多くの部分がアルカリ可溶性に變化していることからこれがアルカリを消費していることはあきらかである。一方白腐れの菌（エゾノコシカケ）によつて單離された白色纖維狀物 A_4 (Total cellulose 84.75%, 1% NaOH 抽出物 60.38%) について見ると，人絹パルプ（エゾマツ，トドマツ混合）のアルカリ消費量が 0.11 cc であつて非常に小さいのに對して A_4 のアルカリ消費量は 4.27 cc であり，0.1 N NaOH による抽出後もなお 1.17 cc で，抽出された重合度の低いと思われる部分はもちろんのこと，これより重合度の高い殘存部も，やはりアルカリを消費しやすく變質していることがうかがわれる。また硫酸リグニンのアルカリ消費量は

健全材 Sound wood	D_0 からの硫酸リグニン Lignin from D_0	1.65 cc (0.1 N NaOH)
	D'_0 からの硫酸リグニン Lignin from D'_0	1.50 cc (〃)
腐朽木材 Decayed wood	D'_3 からの硫酸リグニン Lignin from D'_3	2.29 cc (〃)

となつており，リグニンも腐朽によつてアルカリを消費する性質に變化していることがわかる。しかし變化の程度はセルローズの場合に比べると小さい。しかしまだ實驗例が少ないので，これらの詳細は今後の研究によつて次第に明らかにするつもりである。

B. 濾過ならびに測定時間の影響

筆者等の行つている試料を入れたまま滴定して測定したアルカリ消費量と，反應處理の後吸着試驗方法の如く濾過し，濾液につき測定したアルカリ消費量を比較すると次のようになつている。

試料記號 Mark of sample	試料の大きさ Size of sample (mesh)	Volume of consumed 0.1 N NaOH		
		アルカリ消費量 Author's method (cc)	吸着試驗によるアルカリ消費量 Method of adsorption test (cc)	差 Difference (cc)
D_0	42～100	0.83	0.91	0.08
D_3	42～100	3.14	3.75	0.61
D_3	100～	2.91	3.75	0.84

この結果によると兩法の差は比較的少なく，木粉に稀アルカリを加えて加熱すると，その一部は化學的に消費されて，殘つたアルカリは木粉の表面または內部に吸着されながら溶液と平衡を保つている。したがつて，これを濾過した濾液からアルカリ消費量を計算すると，その量は化學的消費量と吸着量の和を示すことになる。一方試料を入れたまま滴定すると，溶液のアルカリの濃度が低下するにしたがつて平衡が破れ，吸着されているア

ルカリは次第に浸出して中和される。この差 D_0 0.08 cc, D_3 0.61 cc, D_3 0.84 cc は前述の第3の部分のうち，滴定の際分離して HCl と結合するものの一部で不溶解物と物理的に結合した部分を意味する。

また木粉を入れたままで鹽酸を加えると螢光が消えるが，時間の經過と共に理化學的に結合した NaOH が離れるため，指示藥は再び螢光を發するようになる。さらにこれに鹽酸を加えてアルカリを中和する。これを繰り返えすと螢光を發するまでの時間は次第に長くなり，2～3時間後にはほとんど發しなくなる。すなわち吸着されていた全アルカリが中和されたからである。こうして測定されたアルカリ消費量 D_3 2.39 cc, D_0 0.50 cc は液相および固相に主として化學的に强く結合したアルカリの消費量であつて，したがつて，木粉を入れたまま滴定する場合に弱い結合のため分離して食鹽とかわる部分で D_3 1.36 cc (3.75cc—2.39cc)，D_0 0.41 cc である。これでみるとアルカリ消費量は，化學的，物理的をとわず腐朽木材の方が健全材よりも大きいことがわかる。最後に檢討すべきことは，木粉を入れたまま滴定すると，滴定に要する時間が長くなるほど消費量は少なくあらわれることと，木粉の大きさによつてアルカリの浸出に要する時間がちがうことである。第1の滴定に要する時間の影響は D_3 (42～100 mesh) についてみると

50秒	3.18 cc
3分	3.04 cc
6分	2.89 cc

となつていて時間の長いほど少なくあらわれているが，普通滴定に要する時間の範圍内ではほとんど影響のないことを示している。

第2の點はさきに表示したとおりであり，42～100 mesh では 3.14 cc, 100 mesh 以下の微粉では 2.91 cc となつており，試料の大きいものが浸出に長時間を要するため消費量は大きくあらわれている。したがつて試料の大きさは比較すべきものを同一にし，滴定の時間も一定にすることはのぞましいが，その影響は必ずしも大きくない。

C. 加熱時間および使用 0.1 N NaOH 量の影響

アルカリ消費量が加熱時間によつて大きな影響を受けることは第11表によつて明らかであるが，D_3 についてその變化をみると室温で1晝夜放置した場合の消費量が 1.04～1.48 cc と低い値を示しており，これを加熱すると5分間で 1.57～1.93 cc を消費し，30分間に 3.16～3.33 cc に達する。その後の增加は加熱時間の長い割合には少ないので，加熱時間は30分以上であればこれによる誤差を小さくすることができる。

加熱溫度の影響は大きいから加熱條件を一定にするためには同一湯煎上に，比較するものを同時において加熱することが望ましい。加える液量は 10～25 cc の間では大差はみ

られないが，とくに多量のアルカリを消費する材も考えられるから，安全率を見込んで15 ccとした。この場合は滴定に當つては，あらかじめピペットで0.1 N HCl を10 cc 加えてから残量をミクロビウレットによつて定量するのが適當である。最近15 cc 容のホールピペットは市販品としてほとんど見當らないから，加える液量も10～20 cc とするのが好都合とも考えられるが，これは今後多くの腐朽木材について行つた結果から決定されるべきものと考えられる。

第11表 アルカリ消費量と加熱時間および加えた0.1 N NaOH 量との關係
Table 11. Relation of volume of consumed alkaline solution to heating period and volume of added 0.1 N NaOH

加熱時間 Heating period (mins.) ＼ 加えた液量 Added 0.1N NaOH (cc)	10		15		20		25	
	アルカリ消費量 Volume of consumed 0.1N NaOH (cc)							
1日間室温 (Room temperature) One day	1.09 0.98	1.04	1.48 1.60 1.50 1.35	1.48	1.54 1.50 1.50 1.35	1.47	1.34 1.52	1.43
2日間室温 (Room temperature) Two days	1.45 1.44	1.45	—		—		1.60 1.65	1.63
5分間煮沸	1.96 1.95 1.94 1.63	1.87	1.91 1.93 1.92 1.63	1.85	1.80 1.87 2.10 1.85	1.93	1.65 1.55 1.36 1.70	1.57
10分間煮沸	1.96 2.13 2.37 2.39	2.11	2.12 2.02 2.37 2.32	2.21	2.70 2.54 2.35 2.36	2.50	2.62 2.70 2.83 2.59	2.69
15分間煮沸	2.49 2.72 2.73 2.70	2.66	2.88 2.61 2.72 2.69	2.73	2.80 2.57 2.36 2.50	2.56	2.70 2.78 3.06 2.75	2.82
20分間煮沸	2.71 2.88 2.91 2.95	2.86	2.91 3.09 3.20 3.00	3.03	2.99 2.75 2.86 2.82	2.86	3.22 2.81 2.93 2.83	2.95

加熱時間 Heating period (mins.)	加えた液量 Added 0.1N NaOH (cc) 10		15		20		25	
	アルカリ消費量 Volume of consumed 0.1N NaOH (cc)							
30 分間煮沸	3.14 3.24 3.34 3.30	3.26	3.35 2.97 3.20 3.12	3.16	2.93 3.26 3.46 3.27	3.23	3.18 3.35 3.35 3.43	3.33
60 分間煮沸	3.59 3.79 3.83 3.85	3.77	4.04 3.93 3.83 3.83	3.91	3.85 3.95 4.05 3.99	3.96	3.99 3.94 4.00 4.20	4.03
120 分間煮沸	4.01 4.00 4.10 4.29	4.10	4.50 4.23 4.57 4.50	4.46	4.19 4.44 4.61 4.63	4.47	4.37 4.42 4.41 4.63	4.46
180 分間煮沸	—		4.78 4.83 4.79 4.53	4.73	4.74 4.72 4.75 4.82	4.76	4.83 4.94 4.82 4.62	4.80

D. 吸着試験に準じた消費量測定法

筆者等の行つている簡易腐朽度測定法のアルカリ消費量の測定は，試料を入れたまま滴定を行つているから操作の上では非常に簡便である。しかし少量の試料によつて完全な試験を行うためには滴定を繰り返えす必要がある。すなわち一定時間處理した後，普通の吸着試験の場合のように濾過してから濾液の一部をとつて滴定を行なえば，濾液について數回滴定を行うことができて失敗もなくなるわけである。しかしこのように試料の少ない場合にはこれを一定の大きさに調整することは不可能である。そこで吸着試験法にしたがつて消費量を測定する場合の試料の大きさが消費量におよぼす影響をしらべたところ次のようになつた。すなわち試料 D'_3 を 42～60 mesh と 100～150 mesh の 2 群に分け，そのおのおのから約 0.1 g を 12 個ずつとり，これを 1 時間處理してから濾過し，濾液の一部をとつて滴定し，これからアルカリ消費量を算出したところ。

42～ 60 meshのものは　　4.52 cc,

100～150 meshのものは　　4.62 cc を消費した

すなわち木材を入れたまま滴定する簡易腐朽度測定法による消費量とは反對に細かい方がわずかではあるが消費量が多くなつている。これは細粉ほど吸着面の多いためとも考

えられるが，ほとんど影響のない程度である。この結果から腐朽度を判定すべき試料が少ない場合には，それをできるだけ細かくしてからアルカリで處理し，濾過してその濾液を滴定して消費量を測定することも考慮の餘地がある。

E. 考　　察

この方法は簡易な腐朽度測定法として採用の價値があると思われるが，實驗の經驗から，アルカリ消費量の測定上とくに注意しなければならない點は次の3點である。

1) 比較するものはできるだけ同一湯浴上で同時に加熱すること。

2) 數が多くて1回に處理できないときは，加熱の程度（ボイルの狀態）が同じになるように注意すること。(筆者等は同時に6箇實驗できる湯浴を用いた。)

3) 滴定は電燈の光よりも太陽光線の下（直射でない）で行つた方が，螢光の變化が明瞭にみとめられる。

V. 木橋の腐朽診斷

木造建築物の腐朽度を判定する上にもつとも大切なことは，構造物に力の加わる局部，すなわち强度に直接影響する部分の腐朽度を測定しなければならないことである。しかし現に使用中の建物の重要部分に傷をつけることは，つつしまなければならない。しかし腐朽がある程度進行して危險を伴なうと考えられる場合にはその腐朽度を的確に判定しなければならないが，應急策として次の方法が考えられる。

まず腐朽度を測定しようとする部分にもつとも條件が近く，しかも强度に影響の少ない小部分を生長錐などを用いて抜きとり，それについて腐朽度を測定し，さらにそれを基礎として構造物の腐朽度を推定するのである。こうした小材片によつても腐朽度を判定することができることは，いままでにのべてきたところであるが，實際に野外においてこれを應用したことはなかつた。そこで筆者川瀬はまず最初の試みとしてアルカリの消費量による腐朽度測定法を木橋の腐朽診斷に用いた。これを次第に改良することによつて，充分腐朽診斷の一方法となしうると考えられるからである。いまだ，まとまつた結果はでていないけれどもここに概略を報告して腐朽度判定上の參考に供し，御批判を仰ぎたいと考えた次第である。

A. 札幌營林局管內の木橋

北海道の木橋の耐用年數は普通5～7年くらいとされている。昭和25年10月，筆者は生長錐，密閉試驗管ならびに釘保持力測定器を持つて現地を廻り，木橋の腐朽狀態を觀察した。札幌營林局管內においては夕張地方の木橋がことに腐朽著しく，架設後1～2年

にして，キカイガラタケの子實体が甚だしく着生する。この菌による腐朽は内部腐朽であつて外面は比較的健全にみえる場合でも，すでに内部には空洞を生じ，著しく腐朽の進んでいる材もある。ことに上芦別營林署の境橋はクレオソート注入による防腐處理をほどこしてあるので，注入狀態のわるい材は外觀には變化がみられないけれども，龜裂から侵入した菌が内部を腐朽させて腐朽はかなり進行していた。このような狀態の材は，よほど注意しないと外觀の狀態に幻惑されて腐朽度の判定を誤り，思わぬ災害を生ずることがある。このように調査現場の狀態から釘保持力による表面の腐朽度測定は困難であるので，もつぱらアルカリ消費量による判定を試みた。この試みは秋田營林局の場合と同様まつたく初期の試みであつて，試料を一定量ずつとることをしなかつたので，空洞の位置の判定，精確な容積重の測定などを行いえず，參考資料としての價値を低くしているが，その後の改良には役立つところ大であつた。調査の結果を一覽表にすると第12～15表のようになつている。なお試料は表面から順次番號を附したものである。またアルカリ消費量の平均は，全アルカリ消費量／試料全重量，で水分も同様にして算出した値である。

第12表 木橋の腐朽調査

Table 12. Results of determining the decay grade of wooden bridge

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample		容積重 Volume weight	水分 Moisture	アルカリ消費量-B Volume of consumed 0.1 N NaOH	外觀 External appearance	備考 Note
	材料長 Length of sample (mm)	深さ Depth (mm)		(%)	(cc)	(Color)	
A—1	約35	～ 35	0.40	50.18	2.99	表面腐朽，20 mm 輕變	エゾマツ
2	40	35～ 75	0.38	22.03	1.73	健全	大夕張營林署
3	25	75～100	0.38	26.70	1.40	〃	昭和19年7月伐採架設，桁の中央の腐朽中期と思われる部分を抜きとつた。
4	40	100～140	0.59	21.80	0.82	〃	
5	35	140～175	0.47	21.30	1.36	1部輕變	
6	33	175～208	0.47	18.45	0.91	健全	
7	17	208～225	0.52	19.23	1.43	輕變	
平均 Average	—	—	—	27.00	1.45		
B—1	—	表面	—	22.07	2.09	腐朽	エゾマツ
2	37	～ 37	0.31	53.86	0.91	灰變	大夕張營林署
3	43	37～ 80	0.31	42.50	0.73	一部灰變	昭和19年架設，桁の端の腐朽のいちじるしいと思われる部分。
4	37	80～117	0.32	48.56	0.75	〃	
5	34	117～151	0.36	46.10	0.61	健全	

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample 材料長 Length of Sample (mm)	深さ Depth (mm)	容積重 Volume weight	水分 Moisture (%)	アルカリ消費量-B Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc)	外觀 External appearance (Color)	備考 Note
B—6	35	151～186	0.31	33.46	1.56	7 mm の間褐色樹脂	
7	37	186～223	0.47	48.73	1.22	一部褐變	
平均 Average	—	—	—	45.59	0.99		
D—1	36	～ 36	0.39	25.78	1.71	灰褐，1/2は健全	エゾマツ 大夕張營林署 昭和23年架設，表面は健全と思われた部分。
2	30	36～ 66	0.42	30.54	2.96	微褐	
3	45	66～111	0.49	26.71	4 25	少褐	
4	約30	111～141	—	29.58	3.23	〃	
5	27	141～168	0.38	32 20	2.98	〃	
平均 Average	—	—	—	28.62	3.07		
E—1	13	～ 13	0.40	25.04	1.53	少褐黑	エゾマツ 大夕張營林署 昭和19年架設，桁の比較的腐朽の少ないよい狀況の部分。
2	約10	13～ 23	—	27.00	3.93	褐黑	
3	42	23～ 65	0.40	26.12	1.55	部分的に少褐黑微褐	
4	40	65～105	0.39	23.88	1.27	微褐黑	
5	25	105～130	0.44	20.64	1.16	微灰	
6	52	130～182	0.33	22.85	1.90	微褐	
7	25	182～207	0.42	21.64	1.22	健全	
平均 Average	—	—	—	24.54	1.63		

第13表 木橋の腐朽調査

Table 13. Result of determining the decay grade of wooden bridge

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample 材料長 Length of sample (mm)	深さ Depth (mm)	容積重 Volume weight	水分 Moisture (%)	アルカリ消費量-B Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc)	外觀 External appearance (Color)	備考 Note
F—1	22	～ 20	0.40	14.49	1.24	健全	F—1：境橋
2	17	20～ 40	0.36	18.06	1.04	〃	

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample 材料長 Length of Sample (mm)	深さ Depth (mm)	容積重 Volume weight	水分 Moisture (%)	アルカリ消費量-B Volume of consumed 0.1 N NaOH (cc)	外觀 External appearance (Color)	備考 Note
F—3	25	40～ 60	0.36	15.59	1.47	局部的黑變	上声別營林署
4	22	60～ 90	0.31	20.35	1.47	健全	昭和17年架設，腐朽によつて生じた龜裂の近くの部分。
5	約20	90～110	—	20.96	1.96	節色	
6	約 8	～110～	—	26.52	8.83 ?	微黑色	
7	約20	110～130	—	56.06	3.46 ?	健全	
8	30	130～160	0.31	21.16	1.89	〃	
平均 Average	—	—	—	27.47	2.27		
G—1	20	～ 20	0.45	19.23	1.87	1 部黑變	
2	約40	20～ 60	—	30.57	3.16	15 mm 完全腐朽	同上
3	約20	60～ 80	—	55.85	1.63	1 部褐色	龜裂先端，子實体着生附近。
4	50	80～130	0.40	19.39	0.94	健全	
5	50	130～180	0.32	18.94	1.77	1 部黑褐色	
6	25	180～210	0.35	16.77	1.07	健全	
平均 Average	—	—	—	21.56	1.62		
H—1	10	～ 10	0.50	18.81	0.75	健全	
2	約30	10～ 40	—	32.43	3.59	黑褐	同上
3	20	40～ 60	0.35	30.09	3.62	小褐	子實体着生部でこれをはぎとりその部分。
4	37	60～100	0.33	23.62	0.95	帶線	
5	32	100～130	0.33	21.91	0.89	健全	
6	28	130～160	0.37	22.81	1.21	〃	
7	27	160～180	0.39	20.00	1.17	1 部微褐	
8	20	180～200	0.34	25.32	3.57	褐腐	
平均 Average	—	—	—	24.83	1.88		
I—1	50	表面～50	0.53	12.82	—	クレオソート完全注入	
2	46	50～100	0.44	15.89	—	30 mm クレオソート注入	同上
3	38	100～130	0.38	21.10	0.96	健全	

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample		容積重 Volume weight	水分 Moisture	アルカリ消費量-B Volume of consumed 0.1 N NaOH	外觀 External appearance	備考 Note
	材料長 Length of Sample (mm)	深さ Depth (mm)		(%)	(cc)	(Color)	
I—3	38	100～130	0.38	21.10	0.96	健全	クレオソートがよく注入されており表面からは全く腐朽のおそれがないと思われた材。
4	30	130～160	0.35	19.65	1.80	〃	
5	33	160～200	0.39	28.25	1.08	〃	
6	35	200～230	0.33	57.36	1.15	〃	
平均 Average	—	—	0.41	26.52	—		

第14表 木橋の腐朽調査

Table 14. Results of determining the decay grade of wooden bridge

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample		容積重 Volume weight	水分 Moisture	アルカリ消費量-B Volume of cousumed 0.1 N NaOH solution	外觀 External appearance	備考 Note
	材料長 Length of sample (mm)	深さ Depth (mm)		(%)	(cc)	(Color)	
K—1	—	—	—	40.15	3.47	灰黒	上声別營林署
2	—	—	—	59.66	2.59	黒色	本谷二號下桁
3	約25mm	—	—	48.34	4.37	灰褐	昭和11年架設
平均 Average	—	—	—	52.71	3.45		
L—1	12	～12	0.40	15.29	1.45	健全	
2	20	12～32	0.40	13.78	2.26	微褐	同上
3	23	32～55	0.34	17.18	2.81	少褐	下玄斜材
4	25	55～80	0.43	15.36	2.24	微褐健全	
平均 Average	—	—	0.39	15.43	2.27		
M—1	25	～25	0.38	13.25	1.06	健全	
2	25	25～50	0.38	12.87	1.20	〃	同上
3	30	50～80	0.40	13.38	1.00	〃	
4	8	80～88	0.40	11.81	1.75	〃	
平均 Average	—	—	0.39	13.06	1.14		

第15表 木橋の腐朽調査
Table 15. Result of determining the decay grade of wooden bridge

試料番號 Mark of Sample	採取材の位置 Situation of picked sample		容積重 Volume weight	水分 Moisture	アルカリ消費量B- Volume of consumed 0.1 N NaOH	外觀 External appearance	備考 Note
	材料長 Length of sample (mm)	深さ Depth (mm)		(%)	(cc)	(Color)	
N—1	約35	～ 35	—	29.68	1.90	白色材，表面黒灰	トドマツ 上芦別營林署 昭和23年架設
2	17	35～ 52	0.29	24.12	1.16	健全	
3	30	52～ 82	0.29	28.72	1.11	〃	
4	37	82～119	0.30	39.07	1.08	〃	
5	30	119～149	0.31	31.61	1.25	〃	
6	37	149～186	0.30	15.93	1.35	〃	
7	28	186～214	0.31	20.10	1.10	〃	
平均 Average	—	—	—	28.18	1.30		
O—1	約30	～ 30	—	17.29	1.98	表面黒	同上
2	約40	30～ 70	—	24.72	1.70	1部灰黒末	N, Oは八月澤の木橋の中，キカイガタケの子實体の着生したもの（これのみであつた）を選出してその特性を究明する目的で試料をとつた
3	50	70～120	0.31	39.64	0.97	健全（白）	
4	48	120～168	0.26	37.26	1.01	〃	
5	30	168～198	0.31	24.61	0.95	〃	
6	10	198～208	0.35	15.84	0.77	〃	
平均 Average	—	—	—	30.32	1.26		

表によつてみると，まず，アルカリ消費量は外觀の腐朽狀態とほぼ一致して外觀の腐朽の進んだものが消費量も多いことを示している。腐朽の程度はそれぞれの深さにおいて異なり全く不規則である。健全と思われる部分で比較的消費量の多いものがところどころみられるが，これは腐朽によるものか，あるいは材の特性かは明らかでないので今後の檢討を要する。水分の分布は表面から內部に規則的な變化はみられないが，表中の全測定値を總合してアルカリ消費量の多い順にならべ，これをそれぞれ3cc以上，2.99～2.00 cc，1.99～1.00 cc，1 cc以下の4部分に分けてそれぞれの平均をとると，34.70%，30.12%，21.52% および29.72% となり，おおよそ腐朽程度の順になる。このことはすでに腐朽木材の成分[2]のところでも述べた。

B. 秋田營林署管内の木橋

秋田營林局管内で調査した木橋はすべてスギ材であつたが，耐用年限が前者の2～3倍におよんでいることはエゾマツやトドマツの場合と異なる點である。調査方法は札幌營林局で行つた方法と全く同じである。なおこの調査は昭和25年9月行つたものである。

スギの腐朽木材については成分とアルカリ消費量との關係は明らかでないが，腐朽するにしたがつてアルカリ抽出物の量が增加し[3]，したがつてアルカリ消費量も增加することが考えられる。北海道におけるエゾマツやトドマツの場合のように，子實体のついているものが少なく，その腐朽がいかなる菌によるものかは明らかにしえなかつたが，腐朽型はほとんど赤腐れであつた。試料はできるだけ腐朽の程度を代表しうると思われるところからとつたが，空洞や龜裂部はさけているので健全部分に偏したうらみがないわけでない。その結果，1孔（小材片2～7片）ごとの平均アルカリ消費量（cc）は，高岩橋（昭和5年）：1.76～1.01で小片の最大2.27～最小0.77，平澤二號橋（昭和8年）：1.35～0.79，最大2.85～最小0.48，根森田橋（昭和11年）：1.34～0.78，最大1.89～最小0.22，また昭和18年補强の部材は0.91～0.72，最大1.00～最小0.54で一般に低い値を示している。局部的に高い値のものでも最高2.85 ccであつて，エゾマツやトドマツの腐朽木材にくらべると非常に少なく，その數も87小片の中2 cc以上のものがわずか3個であつた。

水分の分布も全般的には規則的でないが，アルカリ消費量の1 cc以上の44片と，それ以下のもの43片の2群に分けると，前者の平均は42.33%，後者は38.66%とやはり腐朽度の高いものが多くなつている。これはエゾマツやトドマツにくらべて非常に多濕である。

C. 考　　察

最後に木橋の腐朽を總合してみると

1) スギ材の耐朽性はエゾマツやトドマツにくらべて高く（これは北島[4]の實驗の結果と一致する），たとえ局部的に腐朽が進んだものでも殘存部はほとんど健全狀態のままであつて，スギ材の腐朽で外觀ではエゾマツやトドマツと同じ程度の場合であつても，よく强度を保つているわけである。

2) 水分含有率の傾向は腐朽の進んだものほど高く，スギの場合もエゾマツやトドマツの場合と同じである。

3) スギのように心材色の濃いものは，腐朽の程度を色によつて判斷することはむずかしいが，アルカリ消費量によれば判定できるものと思われる。

VI. 摘　　要

1. 木材の腐朽の程度を簡單に知る方法の一つとして稀アルカリの消費量による簡易腐朽度測定法を案出した。その方法は木粉 0.1 g に 0.1 N NaOH 15 cc を加え，これを湯煎上で一定時間（30 分以上）加熱したのち螢光指示藥（ウラニン）を用いて消費されたアルカリの量を滴定し，その數値から木材の腐朽度を簡易に測定する方法である。これによると木材は腐朽の進んだものほど多量のアルカリを消費する（第 1 表～第 9 表），化學分析の結果と對照して腐朽度判定の指針とするに足ることがみとめられた。

2. この腐朽度測定法を木橋の腐朽診斷に應用を試みた。その結果はかならずしも規則的でなかつたが，測定法をさらに信用度の高いものとするのには役立つた。（第 12 表～第 15 表）

VII. 參考文献

1) BOSWELL, J. G.: The biochemistry of dry-rot wood III. An investigation of the products of decay of pine wood rotted by Merulius lacrymans. Biochem. J., **32**, 218 (1938).

2) 福山伍郎・牛澤道郎・川瀬清：天然腐朽木材の化學的組成．北海道大學農學部演習林研究報告，第 16 卷，第 2 號 243 頁（昭和 28 年）.

FUKUYAMA, G. HANZAWA, M. & KAWASE, K.: Chemical composition of the wood decayed under natural condition. Research Bull. of the College Exp. Forests. Hokkaido Univ. Vol. 16, No. 2, p. 243 (1953).

3) 逸見武雄・赤井重恭 (HENMI, T. AKAI, S.)：木材腐朽菌學．135 頁（昭和 20 年；1945）.

4) 北島君三 (KITAJIMA, K.)：本邦産木材耐朽比較試驗．林業試驗場報告，**38**, 53（昭和 17 年；1942）.

5) 久保輝一郎 (KUBO, K.)：法隆寺古材研究．高知林友．**286**, 31（昭和 18 年；1943）.

6) 三好東一 (MIYOSHI, T.)：木材叢話．御料林，**73**, 112（昭和 9 年；1934）.

7) 三好東一 (MIYOSHI, T.)：法隆寺建築古材について．御料林，**92**, 77（昭和 11 年；1936）.

8) 西田屹二・仲寘 腐朽木材の化學的研究（第 1 報）涙菌による腐朽木材における成分の變化について．林學會雜誌 **13**, 34（昭和 6 年；1931）.

NISHIDA, K. und NAKA, S.: Chemische Untersuchungen des durch Pilze abgebauten Holzes. (I) Mitteilung Ueber die chemische Umwandlung des Bestandteiles des Kieferenholzes durch Pilze (Merulius lacrymans).

9) 尾中文彥 (ONAKA, F.)：古墳その他古代遺構より出土せる材片について．林學會雜誌，**18**, 533（昭和 11 年；1936）.

10) 島園平雄：木材腐朽菌の生化學：蓚酸集積．
SHIMAZONO, H.: The biochemistry of wood: The accumulation of oxalic acid. 日本林學會誌，**33**, 393（昭和 26 年；1951）.

11) 山林　遥 (YAMABAYASHI, S.)：樂浪時代の古材について．林學會雜誌，**15**, 1084（昭和 8 年；1933）.

VIII. Summary

A method for determining the degree of wood decay was investigated.

Experimental method

Approximately 0.1 g of ground wood is placed in a 100 cc Erlenmeyer flask and 15 cc of 0.1 N NaOH are added. It is heated on a boiling water bath for fixed time (more than 30 minutes). After cooling, alkali is titrated with 0.1 N HCl, using 0.1% uranin solution as indicator and the volme of consumed 0.1 N NaOH on basis of 0.1 g of wood is calculated.

Result

By this method the more wood was decayed, the more alkali was consumed (Table 1~9).

The authors tried to determine the degree of decay of bridge timbers and the results were almost all agreed with the expectation. This method was applicable to determining the degree of wood decay.