

備蓄材劣化防止技術の開発〔I〕

—昭和51年度購入製材調査結果—

雨宮昭二⁽¹⁾・鈴木憲太郎⁽²⁾・松岡昭四郎⁽³⁾

鷺見博史⁽⁴⁾・佐藤庄一⁽⁵⁾・筒本卓造⁽⁶⁾

Shoji AMEMIYA, Kentaro SUZUKI, Shoshiro MATSUOKA, Hiroshi SUMI,
 Shoichi SATO and Takuzo TSUTSUMOTO: Retardatory Skills for
 Degradation of Lumber Quality during Storage〔I〕
 —Changing process and evaluation of lumber
 quality during three-year storage—

要 旨：(財)日本木材備蓄機構は昭和49年度以来、製材および合板の備蓄を実施している。製材の場合は生材で備蓄するため、保管中にかび、くされ等による劣化が生じやすく、また堆積の方法が不適当であれば、保管中の材の乾燥に伴って狂いや割れによる劣化を来すなど問題が多い。本調査は、東京都下および埼玉県下の各1工場の倉庫に備蓄保管されているベイツガ角材の材質変化を、約1年間にわたって調査したものである。本調査では、備蓄中の乾燥に付随する狂い、割れの変化、かび、くされ、変色等の進行状態を観察し、それらを一定の基準に照らして評価した。これら一連の調査によって、今後の木材備蓄に関する適切な技術指針が得られ、この結果に基づき、備蓄材の材質劣化を最少限にとどめるための保管法に対するいくつかの提言を行った。その主な点は、備蓄製材はすべて防ばい処理を行うこと、製材は枕木、枕木を用いて正しく棧積みし保管すること、枕木は防腐処理を施したものとすること、倉庫は通風良好な開放型構造とすること、などである。

目 次

はじめに	126
1. これまでの経過と調査の目的	126
2. 調査方法	127
2.1 調査場所と時期	127
2.2 調査材およびバンドル	127
2.3 調査材の保管状態	128
2.4 調査項目	130
2.5 調査の方法および手順	130
2.5.1 重量(含水率)の測定	130
2.5.2 狂いの測定	130
2.5.3 割れの測定	131
2.5.4 劣化度の判定	131
2.5.5 温湿度の測定	132
3. 調査結果と検討	132
3.1 含水率の変動	132

3.2 狂 い 量	133
3.3 割 れ	140
3.4 かびまたは腐朽による劣化	142
3.5 倉庫内の温湿度	146
4. 今後の備蓄材保管のあり方	147
お わ り に	148
引 用 文 献	149
Summary	150

は じ め に

建築用木材の市場価格の安定をはかるため、(財)日本木材備蓄機構では昭和 49 年度より製材および合板の備蓄事業を実施している。現在の備蓄量はほぼ目標値に達し、製材 14 万 m³、合板 720 万枚 (2.5 mm 厚換算) が民間借上げ倉庫および同機構直営の倉庫に備蓄保管されている。製材はベイツガ材の柱角、土台、母屋角など建築用構造材であるが、合板に比べて保管中に品質が変化しやすいため、防ばい処理、棧積み法の改善、製品の更新など適切な措置が講じられている。

筆者らは、東京都下および埼玉県下の各 1 倉庫に備蓄保管されている製材について、保管条件、品質の変化などの実態を約 1 年間、数回にわたって調査したので、ここにその結果を報告する。なお本報告は、上記備蓄機構から依頼を受けて実施している「備蓄材の劣化防止技術の開発」研究の一環で、第一次調査の結果として取りまとめたものである。

1. これまでの経過と調査の目的

昭和 49 年度に木材備蓄事業が発足して以来、筆者らは数次にわたって備蓄材の予備的な調査を実施しながら、製材備蓄法の正しいあり方を追求してきた。これらの調査結果は、すでに種々の報告にまとめられている^{1)~3)}。昭和 49、50 年度購入の備蓄製材については、保管コストの面から単位面積当たりの保管量を最大にすることに重点を置いたため、備蓄中に材の乾燥が進まず、材内に腐朽が進行して使用不能となった材が発生し、少なからざる損害を受けた。木材を長期間備蓄することは誰もが始めての経験で、このような事態の発生を予測できなかった点では止むを得なかったともいえよう。

この結果からの反省により、製材を備蓄するということが安易な考え方ではできないということがわかり、昭和 51 年度からは次のような改善策が実行された。その主な点は、① 栈木なしまたは薄い栈木 (従来は厚さ 10 mm 未満) を、厚さ 20 mm 以上の栈木に切り替えて栈積みすること、② 栈木の本数を、材の長さ方向に 3 本 (従来は 2 本) とすること、③ 栈木を上下方向に垂直になるよう整然と配置すること、④ 倉庫内では適当な通風空間を設けること、⑤ 倉庫は通風換気の機能を向上させ、雨露の侵入や太陽光の直射を防ぐような木材備蓄に適した構造に改善すること、などである。

備蓄木材は製材直後の生材であるため、倉庫内で保管中に必ず乾燥が進行し、その間に積み方の不備や材質的欠陥があれば、狂い、割れなどの損傷が発生する。もし、何らかの方法で乾燥を防ぎ得たとしても、腐朽、かびなどによる品質劣化は不可避である。このようなことから、保管中の材の品質劣化を最少限にとどめる最良の保管法は、むしろ短期間に均一に材を乾燥させることにあると考えられる。また、備蓄中に正しく乾燥された木材は、商品価値の面から品質が向上したと見るべきであろう。

このような背景を踏まえ、本調査は、昭和51年度購入のベイツガ備蓄製材の保管の実態、すなわち、積み方、品質劣化の程度、保管環境等を克明に調査することにより、最良の保管条件を設計するための基礎となる技術的資料を集積し、これに基づき合理的な製材の備蓄保管法を確立することを目的として実施された。

2. 調査方法

2.1 調査場所と時期

調査を実施した場所は、日産農林工業会社倉庫(東京都内)および白金工業会社倉庫(埼玉県坂戸市内)の2か所で、前者にあっては昭和53年11月下旬、54年2月下旬、同年6月上旬および同年11月下旬の4回、後者については昭和53年12月上旬、54年6月中旬および同年12月上旬の3回、合計7回の調査であった。

2.2 調査材およびバンドル

調査を実施した備蓄製材はベイツガ(*Tsuga heterophylla*)角材である。しかし、一般にヘム・ファーとして取引される原木からの製材のため、一部モミ属の樹種も含まれるが、その混入割合は少ない。このことから、本調査では特別に両者を区別せず、すべてベイツガ材として取扱った。角材の寸法は、用途が柱または土台と想定される断面10.3 cm角、長さ300, 380, 400 cmの3種および母屋角と想定される断面8.5 cm角、長さ300, 380, 400 cmの3種、計6材種である。これらの材は、日本木材備蓄機構の購入仕様書に基づいて昭和51年度に購入された内地挽き材で、購入時期(備蓄開始時期でもある)は、昭和51年12月~52年1月(白金工業分)、昭和52年3月(日産農林工業分)である。購入仕様書の要点は以下の通りである。すなわち、

(1) 品質はJAS 1等以上のものとするが、8.5 cm角、長さ300, 380, 400 cmおよび10.5 cm角(本調査では対象としていない)、10.3 cm角、長さ380, 400 cm材にあっては20%以内の2等材混入を認める。

(2) ベイツガ以外の樹種の混入割合は極力減らすこと。

(3) 腐朽部、樹皮は排除すること。

(4) 1等材には丸身のないこと。2等材には丸身があっても20%以下とし、かつ1角において10%以下であること。

(5) 所定の防ばい処理(薬剤および処理法——浸漬または加圧——が指定されている)を施すこと。などである。その他、栈木や枕木の材質、寸法、使用本数やバンドルの構成の仕方など、細かい指示がなされている。

これらの材は、段ごとに栈木(幅2.5 cm×厚さ2 cm)を介して積み重ねられバンドリングされているが、その構成は、10.3 cm角材では5列×5段=25本、8.5 cm角材では6列×6段=36本が単位になっている。栈木は各段ごとに材の長さ方向に3本ずつ配置され、保管中の材のたわみを軽減、防止するため、上下方向に一直線(垂直)になるよう配慮されている。このように栈積みされた各バンドルは、上下方向に幅8.5 cm×高さ10.5 cmの断面をもつ枕木をはさんで6段(白金工業)または8段(日産農林工業)に堆積されている。その実例をFig. 1およびPhoto. 1に示す。なお、当該備蓄材は昭和52年7月(白金工業)、同8月(日産農林工業)の時点で、散布法により中間防ばい処理が実施されている。

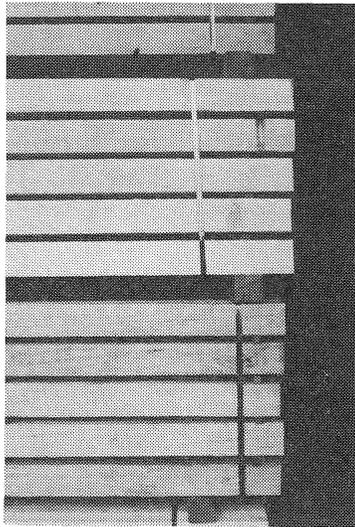


Photo. 1 栈積みおよび堆積の状態
Piling.

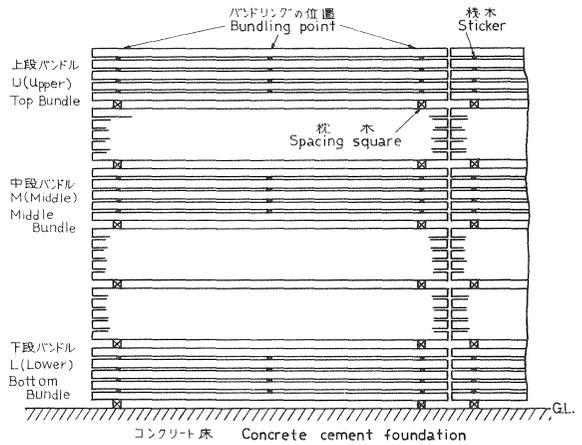


Fig. 1 バンドルの積み方 (6段堆積の例)
Stacking of bundles (Six bundles).

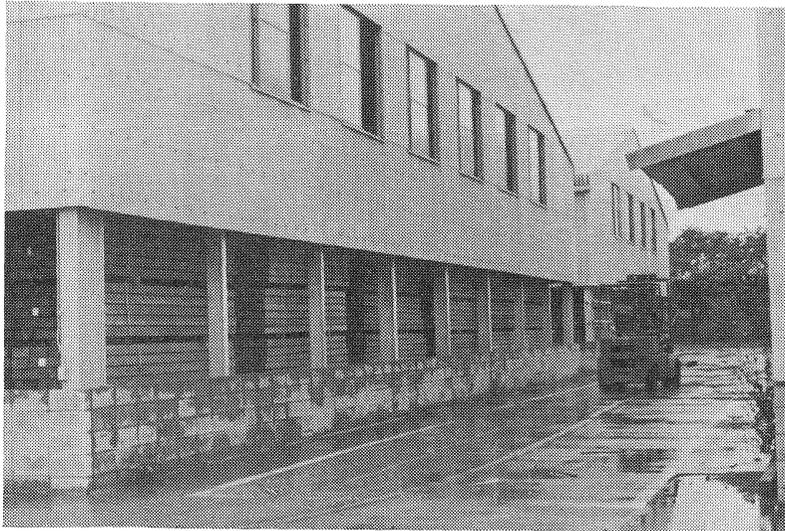


Photo. 2 倉庫に保管されている備蓄材の様子
Stacking of bundle.

2.3 調査材の保管状態

前項で述べたように、栈積みされ堆積されたバンドルは、開放型の倉庫内で材種の同じ他の堆積と木口部を接して2山ずつ一かたまりに保管されている。これらは通風を考慮して、他のかたまりとは50~60cmの間隔をとって配置されている。

本調査では、Fig. 1 に示したように6または8段に堆積されているバンドルのうち、最上段のバンドル、中段部のバンドル(8段堆積では下から4段め、6段堆積では下から3段めのバンドル)および最下段のバンドルを各種測定用に選んだ。倉庫内に保管されている備蓄材の様子をPhoto. 2 に示す。また、

Table 1. 調査バンドルの諸元
Mark of bundle and dimension of lumber.

測定場所 Place	バンドルの記号 Mark of bundle	バンドルの構成 Nos. of lumber	角材の寸法 Size of lumber (cm)	重量測定試験材 Samples for M. C.
日産農林工業倉庫 Nissan Norin Kogyo	1 U 最上段 Top	5列×5段 25本 (No. 1~25) 5 ranks × 5 courses 25 pcs.	10.3角×380長 10.3 Sq. × 380 Long	No. 3, 13, 23*1
	1 M 中段 Middle			同上 do.
	1 L 最下段 Bottom			同上 do.
	2 U 最上段 Top	同上 do.	10.3角×300長 10.3 Sq. × 300 Long	No. 3, 13, 23
	2 M 中段 Middle			同上 do.
	2 L 最下段 Bottom			No. 1~25 (全数) all
	3 U 最上段 Top	6列×6段 36本 (No. 1~36) 6 ranks × 6 courses 36 pcs.	8.5角×380長 8.5 Sq. × 380 Long	No. 3, 15, 33*2
	3 M 中段 Middle			同上 do.
	3 L 最下段 Bottom			同上 do.
	4 U 最上段 Top	同上 do.	8.5角×300長 8.5 Sq. × 300 Long	No. 3, 15, 33
	4 M 中段 Middle			同上 do.
	4 L 最下段 Bottom			No. 1~36 (全数) all
白金工業倉庫 Shirogane Kogyo	1 U 最上段 Top	5列×5段 25本 (No. 1~25) 5 ranks × 5 courses 25 pcs.	10.3角×400長 10.3 Sq. × 400 Long	No. 3, 13, 23
	1 M 中段 Middle			同上 do.
	1 L 最下段 Bottom			No. 1~25 (全数) all
	2 U 最上段 Top	同上 do.	10.3角×300長 10.3 Sq. × 300 Long	No. 3, 13, 23
	2 M 中段 Middle			同上 do.
	2 L 最下段 Bottom			No. 1~25 (全数) all
	3 U 最上段 Top	6列×6段 36本 (No. 1~36) 6 ranks × 6 courses 36 pcs.	8.5角×400長 8.5 Sq. × 400 Long	No. 3, 15, 33
	3 M 中段 Middle			同上 do.
	3 L 最下段 Bottom			No. 1~36 (全数) all
	4 U 最上段 Top	同上 do.	8.5角×300長 8.5 Sq. × 300 Long	No. 3, 15, 33
	4 M 中段 Middle			同上 do.
	4 L 最下段 Bottom			No. 1~36 (全数) all

*1 番号はそれぞれバンドル内の最上段中央, 中段中央, 最下段中央部の材を示す。

The numbers show the respective lumbers at the center of uppermost, middle and lowermost courses within a bundle.

*2 番号はそれぞれバンドル内の最上段中央, 上から3段目中央, 最下段中央部の材を示す。

The numbers show the respective lumbers nearly at the center of uppermost, third from top and lowermost courses within a bundle.

調査したバンドルの記号、バンドル数、材の寸法、本数等を Table 1 に示す。

なお、調査のさいには測定するバンドルは一度ばらされ、調査後再びバンドリングされ、倉庫内もとの状態で保管されることとした。従って、調査の都度、バンドルを構成する各材の配置が変わるのを防ぐために、材の片方の木口に No. 1~No. 25 (25本バンドル)、No. 1~No. 36 (36本バンドル) の通し番号を付した。番号の順序は、バンドル内の上段左端の材を No. 1 とし、下段右端の材を No. 25 または No. 36 とした。

2.4 調査項目

本調査では重量(含水率)の減少経過、狂いの進行変化、割れの進行変化、腐朽またはかびの進行変化および調査当日の倉庫内数か所の温湿度を測定した。温湿度を除く上記調査は、Table 1 および次項に示すように、項目によって材の全数を測定したものとバンドル内の一部の材のみを測定したものがある。

2.5 調査の方法および手順

2.5.1 重量(含水率)の測定

保管中の材の含水率変化を調べるため、材の重量を 50 kg の台秤(精度 0.1 kg)で測定した。測定は必ずしも全数とせず、原則としてバンドル内の最上段の中央部とみなす材(25本のバンドル、36本のバンドルとも No. 3 の材)、中段の中央部とみなす材(25本バンドルでは No. 13, 36本バンドルでは No. 15) および最下段中央部とみなす材(同上, No. 23, No. 33) の3本を測定し、特定のバンドルでは全数を測定した(Table 1 参照)。最終回にすべての調査を終了した後、その材全体の含水率および断面内の含水率傾斜を求めるため、Fig. 2 のように長さ方向3か所を鋸断し、これら鋸断した小試験片は自動天秤(秤量 200 g, 精度 0.001 g, 島津製) およびデジタル直示天秤(秤量 1,200 g, 精度 0.01 g, ザルトリウス製)を適宜使い分けて秤量し、その後、JIS Z 木材試験法に基づいて全乾とした。このようにして得られた最終回調査時の含水率をもとに、これまで測定してきた材の重量を含水率に換算し、備蓄期間中の材の含水率経過を得た。

なお、当該試験材の平均含水率は、Fig. 2 における3個の試験片 a の算術平均で求めた。

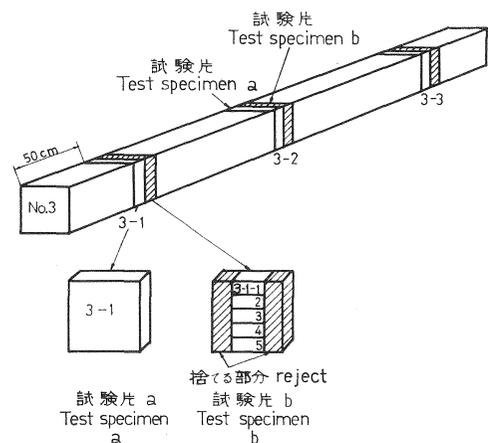


Fig. 2 含水率測定用試験片の取り方
Cutting procedure for moisture test specimens.

2.5.2 狂いの測定

狂いには大きくわけて2種類ある。1つは曲がり、そりであり、他の1つはねじれである。前者の曲がりとそりはいずれも長さ方向のたわみを指すが、正角の場合には曲がりとそりの区別はないので、ここでは便宜的に両者を曲がりと呼称し、また測定のさいも両者の区別はしなかった。

狂いの測定では、対象バンドルの全数の材を測定したが、各回とも調査開始後しばらくの間は、曲がりのある材には糸を張って最大矢高を実測し、またねじれ材では1材面4隅のうちの1隅のもち上がり高さを実測し、慣れるに従って目測に切り替えて行った。測定値は Table 2 の基準に従って、曲がりとねじれのいずれか評価の劣る方

Table 2 狂いの評価基準
Grading criteria of warpings.

狂いの種類 Type of warpings	A, B, C 評価基準*1 Grading by A, B, C			JAS 評価基準*2 Grading by JAS		
	A	B	C	特等 Superior	1等 1st	2等 2nd
曲がり Bow	6 mm 以下 Under 6mm	6 ~ 8 mm	9 mm 以上 Above 9 mm	6 mm 以下 Under 6 mm (1.5 mm)	同左 do.	15 mm 以下 Under 15 mm
ねじれ Twist	同上 do.	同上 do.	同上 do.	軽微 Negligible	同左 do.	同左 do.

- *1 長さ 300~400 cm の材に対し共通。本調査で定めたもの。
 曲がりは材の長さ方向に沿う内曲面の最大矢高を、ねじれは 1 材面 3 隅を水平面に置いたとき、残り 1 隅の水平面からのもち上がり高さを測定。
 This criterion was used in this study and was common for 300 to 400 cm long lumbers.
 Bow was measured as distortion in a surface deviates from flatness lengthwise. Twist was measured as distance at one corner from a flat plane.
- *2 長さ 3 m の例。JAS では曲がりを長さの百分率で示しているが、ここでは数値に換算した。() 内は土台用。
 Examples for 3 m long square lumber. Although bow is shown by percentage of length in JAS, it is shown as converted figure here. Parenthesized figure is for foundation square.

を基準にして A, B, C で評価した。ここで定めた基準値は、日本製材規格 (JAS) の等級区分と必ずしも対応しておらず、もっぱら使用者側の立場から感覚的に判断した場合の 1 つの目安として定められたものである。すなわち、評価 A は狂いが全くないか極めて軽微なもの、評価 B は狂いはあるが使用上ほとんど問題ない程度のも、評価 C は使用上問題になるほどの狂いのあるものを指す。前出の Table 2 には、比較のために JAS 基準値を併記してある。ここで定めた基準値は、材の長さのいかんを問わず一律としてあり、また、JAS 基準より相当厳しい基準になっている。このことから、長さ 400 cm のように長い材では長さ 300 cm 材よりも厳しく判定されるという不合理さはある。

2.5.3 割れの測定

割れの種類を分けると、木口部分の割れ、木口から材面につながる割れ (この 2 つは JAS では一括して木口割れと称する) および材面の独立した割れ (表面割れともいう) の 3 つである。割れは狂いと同様、全数について調べ、割れの種類にかかわらず込みで考えて、目視によって A, B, C に判定した。その基準は、狂いと同じく使用者側の立場から総合勘案し、割れが全くないか、または極めて軽微なものを A、軽微な割れが 1, 2 面のみにとどまっているものを B、使用上問題になるほどの割れが発生しているものを C とした。木口面のみ発生している割れは、通常、使用上からは問題になることが少ないため、目視に当たっては主として材面に現われている割れを重視した。

なお、割れと類似の損傷である裂け (相対する 2 材面にわたって割れているもの) は、本調査で扱った材の中では全く見出されなかった。

2.5.4 劣化度の判定

かびまたは腐朽による劣化は、全数の材について外観の観察をし、劣化の程度に応じて、A, B, C, D の 4 段階に評価分類した。さらにこれらに A=0, B=1, C=2, D=3 の係数をあてはめ、これを劣化度と称した。その基準の詳細は Table 3 の通りである。劣化の判定に当たっては、試験材 1 本ごとに 4 材面を調べ、4 材面を総合的に評価してその材の劣化度とした。測定結果の集計に当たり、数本の材や

Table 3. かびまたは腐朽の評価基準
Grading criterion of biodeterioration.

評価 Evaluation	劣化度 Grade	観察内容 Condition
A	0	健全なもの。 Sound
B	1	かびまたは腐朽が認められるが比較的軽微なもの。 Slight decay or mold
C	2	菌による変色または腐朽が進行しているもの。 Moderate decay or evident stain
D	3	腐朽がさらに進行し、使用に耐えないもの。 Severe decay

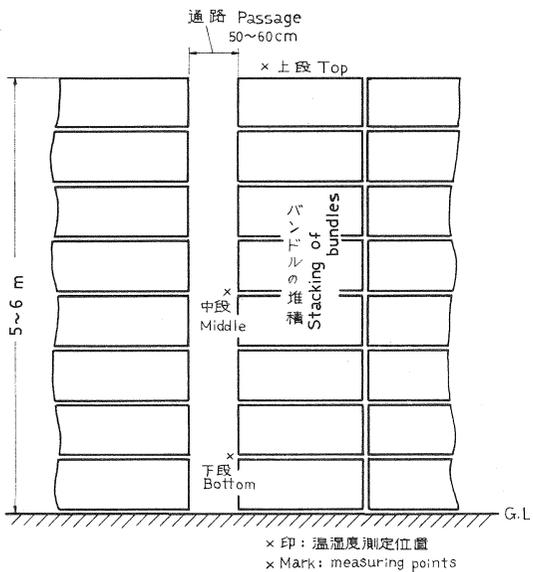


Fig. 3 温湿度測定位置
Measuring points for temperature and humidity.

バンドルごとにまとめて整理する場合は、それぞれの劣化度の平均値として求め、これを平均劣化度と称した。

2.5.5 温湿度の測定

備蓄材が保管されている倉庫内の数か所で、堆積されているバンドルの最上段部、中段部、下段部の3点で温湿度を測定した。この測定は、数回にわたって実施した調査日のうち、夏季および冬季の各1回、アスマン式通風温湿度計で乾球温度および湿球温度を測定したものである。なお、測定位置を図示すると Fig. 3 のようになる。

3. 調査結果と検討

3.1 含水率の変動

備蓄中の木材の含水率の変動は、狂いやかび、腐朽、割れなどの発生、消長と密接

な関係をもっている。従って、備蓄木材の材質の変化を検討するに当たっては、まず木材の含水率の動きを適確に把握しておくことが肝要である。

各バンドルの上段中央部付近（以下、「付近」を省略する）の試験材（No. 3）、中段中央部の試験材（No. 13 または No. 15）、下段中央部の試験材（No. 23 または No. 33）について、調査期間中の含水率の変化を図示すると Fig. 4-a, b のようになる。同図から明らかなように、測定場所やバンドルの種類によって若干の違いがあるが、おおむね次のような共通的な現象が読み取られる。まずバンドルを1つの単位として見た場合、① 製材後推定1年8か月経過した時点では（日産農林工業の場合が該当する）、10.3 cm 角、8.5 cm 角とも長い材（長さ380 cm）ではまだ十分に含水率が平衡に達していないが、2年～2年半経過すれば（2つの倉庫とも）、長さにかかわらずどの材も含水率はほぼ平衡に達している。②

バンドル全体の平均的な平衡含水率は15～17%であるが、とりわけ最上段バンドルが最も低いように見られる。③ 同一の断面であっても、調査した期間の範囲では、長い材（長さ380, 400 cm）は短い材（長さ300 cm）より若干高めの含水率でおさまっている⁴⁾。

バンドル内の位置別に見た場合には、① 各バンドルとも、最上段の材の含水率は気象条件の影響を直接受けやすく、含水率の変化が大きい。とくに最上段バンドル（U）で顕著である。② 各バンドルの中段の材は気象の影響を受けにくいと、変化は小さく安定している。③ 各バンドルの中段の材は、平衡含水率に達するのが遅い。とくに最下段バンドル（L）で顕著である。

含水率の変化とは別に、最終回の調査で鋸断して調べた1本ごとの材内の含水率分布の結果は、ここには敢えて図表化していないが、その要点を挙げると次のようになる。① 長さ方向で、中央部の含水率は両端部のそれより1～2%高いものが多い。② 厚さ（断面）方向では、必ずしも中心部が高く表層部が低いという、いわゆる放物線型の分布になるとは限らず、一定のパターンが見られない。

このように、調査した備蓄材は、第1回めの調査時点で保管後すでに約1年8か月（日産農林工業）、約2か年（白金工業）を経過していたため、含水率がほぼ平衡に達していた材が多く、以後の調査期間中の含水率の変動はほとんどないか、または些少であった。従って、含水率の変動を調査するという点に限れば、本調査における期間の設定は妥当でなかったといえる。

木材の平衡含水率は、樹種や材質が同じであれば本質的には材の形状や寸法（断面や長さ）に影響されるものでなく、同値のはずである。しかし、まだ十分に平衡に達していない過程や、外周空気条件の変化が頻ぱんで大きいような場合には、表層部分の吸脱湿の影響で、材の平均的な値は形状や寸法の違いによって、必ずしも同じにはならない。また備蓄用倉庫内では、場所ごとに通風条件が異なり通風も不十分な場合が多いので、平均的には屋外より高めの関係湿度になっているものと考えられる。ちなみに、東京地区の屋外の温湿度を木材の平衡含水率に換算すると、年平均で14.5%、スギ材で実測した平衡含水率の年平均は約15%とされているので⁵⁾、ここで得られたバンドルの平均平衡含水率はこの値より1～2%高いといえる。仮にこれらの備蓄材を更に長期にわたって観測したとしても、大幅に平衡値が低下するとは考え難い。

3.2 狂 い 量

数回の調査の都度、狂い量（曲がりおよびねじれ）を測定したが、当該調査期間中は含水率がほぼ平衡に達していたため、狂いには目だった変化が見られず、むしろ目測による誤差の方が大きいほどであった。従って、ここで言及するのは最終回の測定結果のみにとどめる。狂いの発生している材の代表的なものを Photo. 3, 4 に例示した。

バンドル別にA, B, C評価の出現頻度を整理したのが Table 4 である。狂いが全くないか、または軽微とする評価Aの出現数に注目すると、2つの倉庫とも、概して中段（M）および最下段（L）のバンドルに多く現われている。これは上方に積まれている他のバンドルの重量によって、狂いがかなり抑制された結果と見ることができる。ただし、バンドル1のみ若干事情が異なる理由は定かでない。商品としての合格ラインである評価A, Bを合計して考えれば、最上段（U）と中段（M）のバンドルには差がほとんどなく、最下段（L）のバンドルの評価が若干良いように見られる。

材の長さの影響を検討するには、バンドル1と2が同一の断面、3と4が同一の断面であり、1は2よりも、また3は4よりも材が長いことを考慮して、互いに両者の結果を比較して見ればよい。評価Aの出

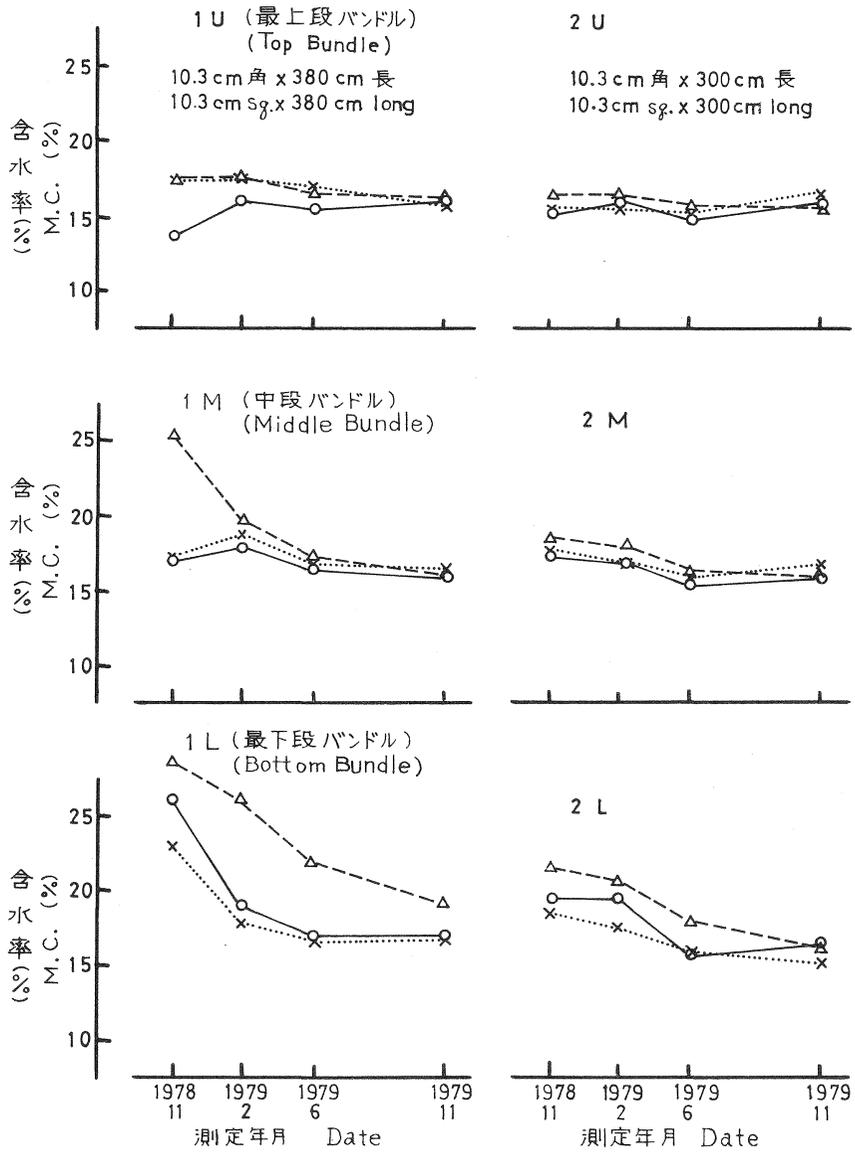
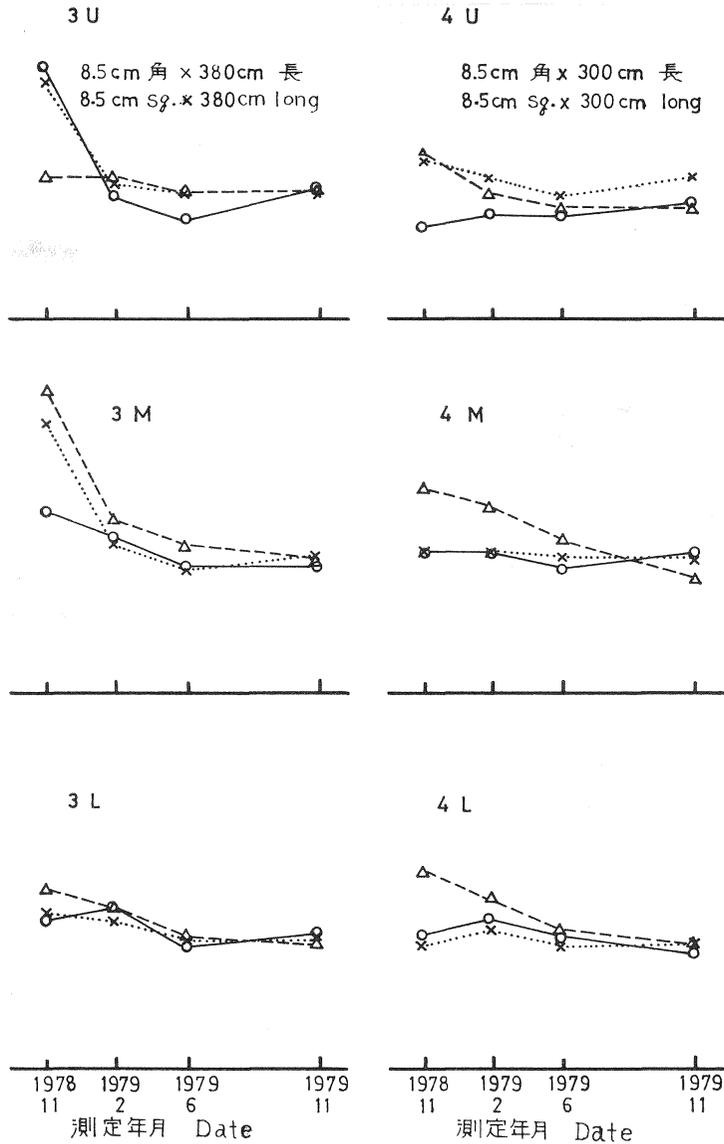


Fig. 4-a. 試験材の含水率減少経過 (日産農林工業倉庫)
 Drying process of test pieces (Nissan Norin Kogyo).



バンドル	試験材	バンドル内の段
Bundle	Test piece	Course
—○—	No. 3	上 段
—○—	No. 3	uppermost
---△---	No. 13	中 段
---△---	No. 15	middle
.....×.....	No. 23	下 段
.....×.....	No. 33	lowermost

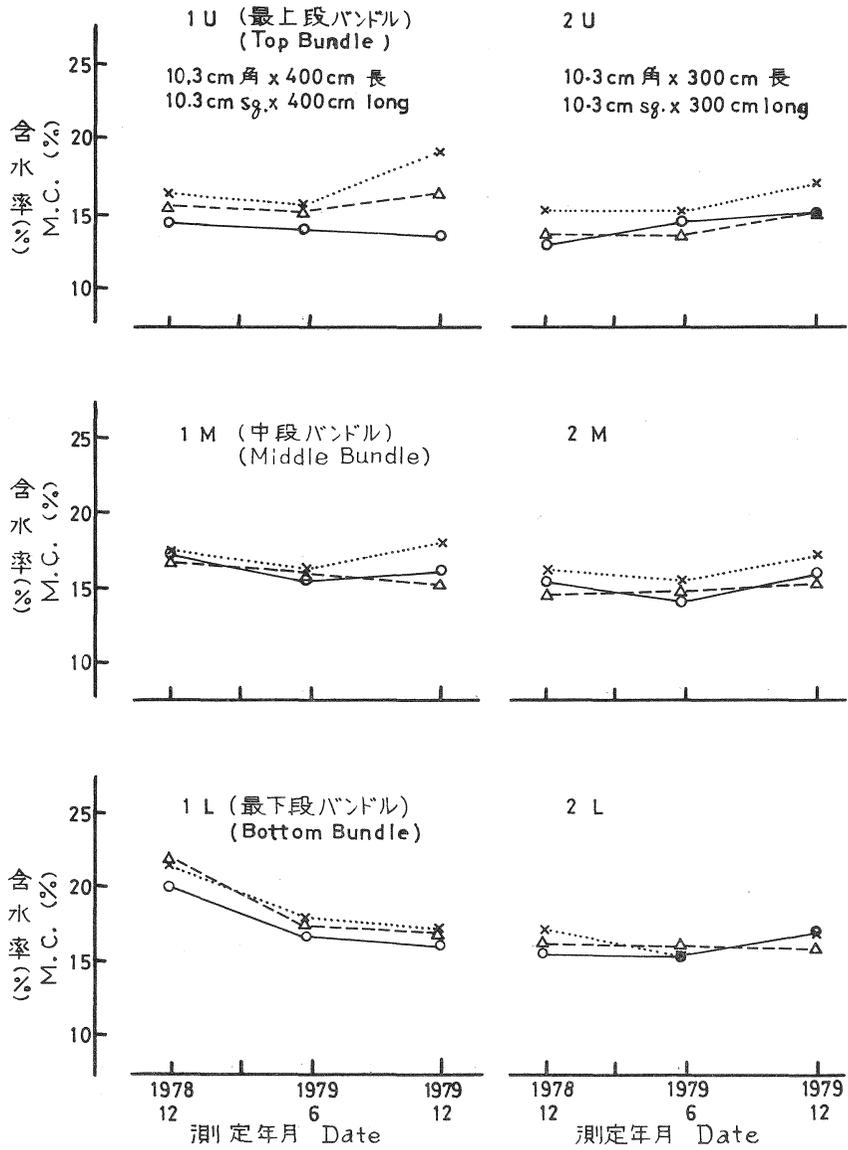
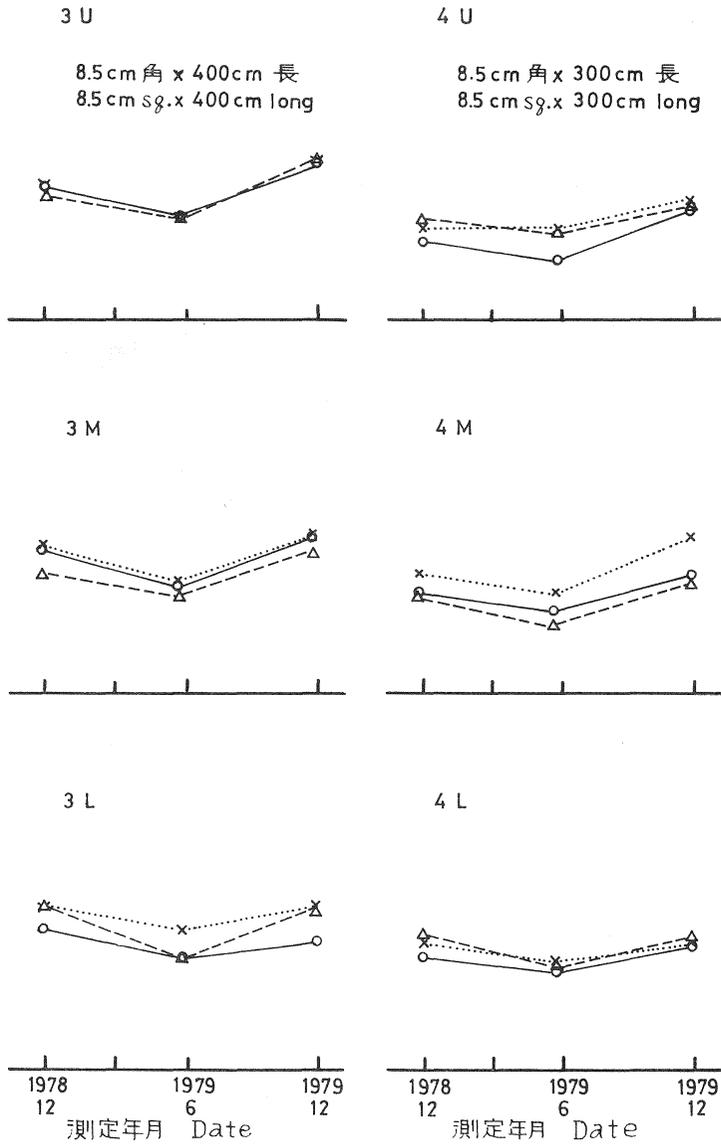


Fig. 4-b. 試験材の含水率減少経過 (白金工業倉庫)
 Drying process of test pieces (Shirogane Kogyo).



Legend		
バンドル Bundle	試験材 Test piece	バンドル内の段 Course
—○—	1, 2 No. 3	上段 uppermost
---△---	3, 4 No. 13	中段 middle
.....×.....	1, 2 No. 23	下段 lowermost
	3, 4 No. 33	

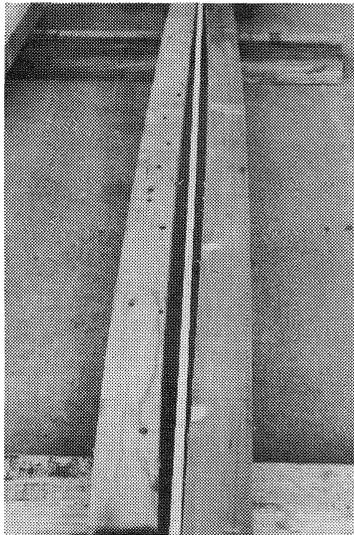


Photo. 3 曲がり
Bow.

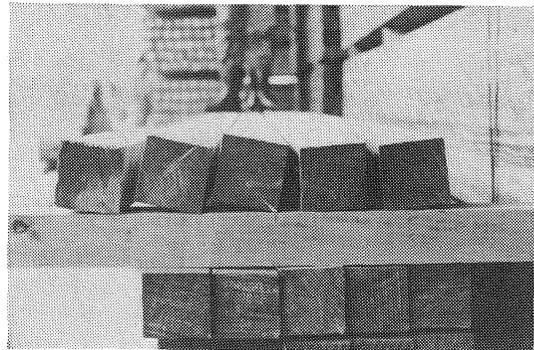


Photo. 4 ねじれ (上段の5本の材)
Twist.

Table 4. バンドル別狂いの評価と出現頻度
Evaluation of warping and its frequency.

日産農林工業 Nissan Norin Kogyo					白金工業 Shirogane Kogyo				
バンドルの記号 Mark of bundle	測定材数 Nos. of lumber	出現頻度 Frequency			バンドルの記号 Mark of bundle	測定材数 Nos. of lumber	出現頻度 Frequency		
		評価 A Grade A	評価 B Grade B	評価 C Grade C			評価 A Grade A	評価 B Grade B	評価 C Grade C
1 U	25	23	2	0	1 U	25	13	6	6
1 M	25	22	3	0	1 M	25	13	6	6
1 L	25	11	13	1	1 L	25	9	15	1
2 U	25	19	4	2	2 U	25	15	8	2
2 M	25	23	2	0	2 M	25	21	3	1
2 L	25	21	2	2	2 L	25	19	3	3
3 U	36	16	12	8	3 U	36	15	19	2
3 M	36	27	8	1	3 M	36	25	8	3
3 L	36	22	11	3	3 L	36	21	11	4
4 U	36	25	9	2	4 U	36	22	8	6
4 M	36	27	6	3	4 M	36	26	8	2
4 L	36	28	7	1	4 L	36	26	8	2

現数は日産農林倉庫の場合、バンドル1 (U, M, Lの合計) は56本で、総数75本のうちの74.7%に相当し、バンドル2 (同上) では63本で84.0%、同様にバンドル3では65本の60.2%、バンドル4は80本の74.1%というように、いずれも短い材のグループほど良い結果がでている。このことは白金倉庫の場合も同様である。これは、本来なら材長に応じて別々の基準値を設けるべきところ、ここでは材長のいかんにかかわらず同一の基準で評価したところに問題があり、必ずしも本質的な品質劣化の程度を正確に反映したものではない。

バンドル内の材の位置別に見た場合には、おおむね各バンドルの最上段の材にBまたはCに評価されたものが多いように見受けられるが、あまり明瞭な傾向とはいえない。

狂いを曲がりとねじれの別に分けて検討するため、バンドルごとに評価BまたはCの出現数を狂いの種類別に見たのが Table 5 である。これによれば、若干の例外もあるが、いずれのバンドルもねじれよりむしろ曲がりによって品等が低下しているとして評価されたものが多いことが明らかである。

一般に、狂いは繊維の通直度、節やあてなどの欠点、材の成熟度、生長応力、木取り方など、材質的な影響による場合と、外気条件や積みの仕方など二次的な要因による場合とがあり、いずれの影響が大きいかは個々の事情による。また、そり(上下方向)とねじれはある程度荷重によって抑制しうが、曲がり(横方向)を荷重で抑制するのは難しいともいわれている。当該備蓄材は、一般工場における常識的な作業能率を無視して、可能な限り正しく入念に積みし、堆積してあるから、バンドル別の狂いの差違は、もっぱら堆積位置の違いによる荷重の大小の影響によるものと考えてよい。木取りについては、二方まさ木取りした角材では原木樹幹内における材質の違いから、乾燥に伴って長さ方向に木裏側板目面を凹にして弓状にそることがある。従って、このような木取りの材では、すべて板目面を上下方向に向けて積みすれば、ある程度そり量の軽減が期待できると推定される。

繊維の通直度の影響を見るために、試みに含水率を調査した試験材のみについて(総数36本)検討し

Table 5. 狂いの種類別頻度(評価B, Cのみ)
Evaluation of warping by types and frequency.
(grade B, C only)

日産農林工業 Nissan Norin Kogyo					白金工業 Shirogane Kogyo				
バンドル Bundle	曲がり評価 Grade by bow		ねじれ評価 Grade by twist		バンドル Bundle	曲がり評価 Grade by bow		ねじれ評価 Grade by twist	
	B	C	B	C		B	C	B	C
1	14	1	5	0	1	16	7	14	6
2	1	1	7	0	2	4	1	12	5
3	28	7	9	5	3	30	9	13	1
4	20	3	4	3	4	21	6	5	4
合計*1 Total	63	12	25	11	合計*1 Total	71	23	44	16

*1 曲がり、ねじれの両方の狂いがある材では重複して数えられているため、第4表の合計とは必ずしも一致しない。
Totals are not necessarily equal to those in Table 4 because of double counting when both bow and twist are observed

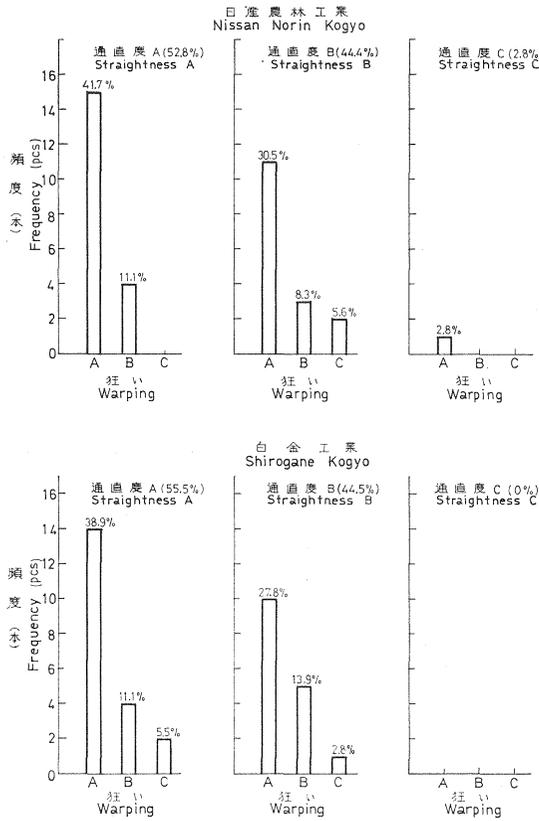


Fig. 5 繊維の通直度と狂いとの関係
Relation between straightness of grain and warping.

す影響は、繊維の通直度よりもむしろ大きいのではないかとさえ思われるが、本調査では節の測定は行っていない。

3.3 割れ

一般に屋外での天然乾燥による割れは、空気条件が厳しい場合には乾燥開始後1~2週間の間に発生するものが多く、次第に割れの数を増したり割れが進展したりする。含水率が20~15%程度まで低下すると材の内外層応力が転換し、以後は割れた部分が次第につぼまって行き、最盛期よりは目だたなくなる。これが針葉樹材の一般的パターンである。当該調査の期間は、含水率の測定結果から見てほぼ応力転換期であったと考えられる。このためか数回の割れの調査では、新たな割れの発生やすでに発生した割れの進展は見られなかった。最終回の調査において、一部の材では以前より割れが目だたなくなった材もあったが、その変化はごくわずかで、調査期間中にはほとんど割れの変化がなかったと見てさしつかえない。従って、ここでは前項の狂いと同様、最終回調査の測定結果のみについて言及することとする。

Table 6 にバンドル別の割れ評価とその出現頻度を示した。2つの倉庫とも、割れの程度とバンドルとの関係には明らかな特徴が見られない。また、バンドル内の位置や材長の大小も、割れの程度とは無関係のように考えられる。これに対して、断面の大小は割れとの間にある程度のある関係が見られ、

た。Fig. 2 に示した試験片 b を厚さ方向になたで5等分したさい、割裂面の粗さや繊維の傾斜、交錯度等を調べ、これらを総合勘案して繊維の通直度をA, B, Cの3段階に区分した。通直度Aは素直な面のもの、Cは繊維が入り組んだり斜めになって割れたもの、Bは中庸のものを指す。繊維の通直度は1本の材でも局部的に異なるため、材の長さ方向3か所の試験片の、それぞれ4つの割裂面(5分割したから)、合計12の面の平均値を、その材の平均的な繊維通直度と定めた。このように定めた繊維通直度と狂い評価との関係を、バンドルの別なく出現数で表わしたものがFig. 5である。これによれば、通直度Aの材ほど狂い評価Aと判定されるものが多く、通直度Bでは狂いAが減り、逆にB, Cの出現数を増すことが知られる。このことから、繊維が通直なものほど狂いが少ないといえる。

また、材面に大きな節がある部分で、著しく材が曲がっているものにはしばしば出くわした。このことから、節の狂いにおよぼ

Table 6. バンドル別割れの評価と出現頻度
Evaluation of checking and its frequency.

日産農林工業 Nissan Norin Kogyo					白金工業 Shirogane Kogyo				
バンドルの記号 Mark of bundle	測定材数 Nos. of lumber	出現頻度 Frequency			バンドルの記号 Mark of bundle	測定材数 Nos. of lumber	出現頻度 Frequency		
		評価A Grade A	評価B Grade B	評価C Grade C			評価A Grade A	評価B Grade B	評価C Grade C
1 U	25	19	6	1	1 U	25	16	6	3
1 M	25	24	0	1	1 M	25	19	2	4
1 L	25	24	1	0	1 L	25	22	2	1
2 U	25	19	4	2	2 U	25	19	5	1
2 M	25	11	5	9	2 M	25	13	9	3
2 L	25	19	3	3	2 L	25	16	5	4
3 U	36	26	3	7	3 U	36	30	2	4
3 M	36	33	3	0	3 M	36	36	0	0
3 L	36	32	4	0	3 L	36	30	4	2
4 U	36	30	4	2	4 U	36	32	2	2
4 M	36	28	4	4	4 M	36	33	3	0
4 L	36	25	8	3	4 L	36	34	1	1

Table 7. 樹心の有無と割れとの関係
Relation between surface checking and presence of pith.

日産農林工業 Nissan Norin Kogyo							白金工業 Shirogane Kogyo						
バンドル Bundle	評価Aの数 Frequency of A		評価Bの数 Frequency of B		評価Cの数 Frequency of C		バンドル Bundle	評価Aの数 Frequency of A		評価Bの数 Frequency of B		評価Cの数 Frequency of C	
	心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent	心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent	心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent		心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent	心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent	心持ち Pres- ent	心去り Ab- sent
1	0	67	0	7	0	1	1	1	56	3	7	8	0
2	0	49	1	11	1	13	2	0	48	1	18	5	3
3	1	90	0	10	3	4	3	0	96	3	3	5	1
4	0	83	1	15	5	4	4	2	97	2	4	2	1
合計 Total	1	289	2	43	9	22	合計 Total	3	297	9	32	20	5

断面の大きい材ほど割れやすいようである。

木材断面における樹心の有無と割れとの関係を見たのが Table 7 である。日産農林工業の場合、4種のバンドルの総計 366 本の材のうち 12 本が心持ち材（一端のみが心持ちのものも含む）で、そのうち C と評価されたのは 75.0% に当たる 9 本で、B も含めれば合計 11 本（91.7%）にも達する。白金工業の結果も大同小異で、心持ち材 32 本のうち C に評価されたものは 20 本（62.5%）、B を含めれば 29 本（90.6

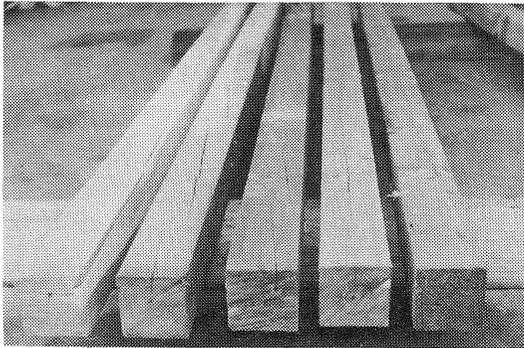


Photo. 5 心持ち材の割れ
Surface checking of boxed-heart wood.

見出されなかった。

従来の木材乾燥の経験から、乾燥初期の空気条件が割れの発生に大きな影響をよおすことが知られている。従って、乾燥割れ防止の点からは、なるべく初期の急激な乾燥をおさえるのが望ましい。しかし、乾燥速度の調節を、倉庫の構造面や堆積の配置方法などで行うのは容易ではなく、むしろ、材の買付けの時期を選ぶのが得策のように思われる。乾燥速度を遅らせるのは低温または高湿の条件であるが、かびや腐朽（次項）の点からは高湿条件は避けたい。

このように、材質そのものの側に割れの要因がある場合はやむを得ないともいえるが、購入時期や保管方法次第で、ある程度割れを軽減することは可能である。

3.4 かびまたは腐朽による劣化

一般に、かびの発生は材表面の含水率が 25% 以上（自由水の存在）のときにおこる。従って、材の平均含水率が 20% 以下となるならば、表面含水率はそれ以下であり、材内部の含水率も繊維飽和点を越えることは考えられないので、材の劣化の進行は停止する⁶⁾。

備蓄材の場合、製材から納入までの期間があまり長くないことが予想され、かび発生の条件である 25% 以上の表面含水率にあることは確実である。前述したように日本木材備蓄機構は、このことを考えて、製材直後に防ばい処理を義務づけている。しかし、ときによっては、防ばい処理が適切でなかったり、処理むらなどのため、変色などかびによる品質低下が見られ、さらに年月の経過とともに防ばい剤自体の効力が低下することも考えられるので、乾燥が十分でない材ではその被害が拡大していく。かびの中でも特に *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aureobasidium* などの菌による被害は、強度低下は少ないが、材色変化によって材の価値を低下させる。また倉庫保管中の適当な時期に材を棧積みしたまま防ばい剤を散布する場合は、薬剤のとどかない部位もあり、倉庫保管後の対応には限度があるので、製材直後に適正な防ばい処理をすることが重要である。

Table 8 に、材種、位置、倉庫別平均劣化度の経時変化を示す。日産農林工業倉庫の場合、条件の厳しい最下段 (L) が同材種の中で最大の平均劣化度を示している。しかし、2 L の場合のように必ずしも最大の平均劣化度を示していない例もある。これは、納入時の品質の差が影響しているのではないかと考えられる。Fig. 4-a, 4-b の含水率経過から見て倉庫環境に著しい優劣の差はないにもかかわらず、平均劣化度は日産農林工業倉庫の方がより大きい。かつ、その平均的劣化度は丸身材、2 等材においてその増

%) になる。この結果から見れば、少なくとも心持ち材のほとんどは何らかの割れの発生を免れていないといえる。著しく割れの発生した材の例を Photo. 5 に示すが、例示したものはすべて心持ち材である。このように心持ち角材では、たとえ材質的に正常であっても、背割りを入れるか PEG 処理するなど、特殊な処理でも施さない限り、割れを完全に防止することは不可能に近い。

その他、まさ目、追まさなど木取りや繊維の通直度と割れとの間には、特徴ある関係が

Table 8. 材種, 位置, 倉庫別平均劣化度の経時変化
Changing process of mean grade of biodeterioration.

寸法 Dimension		記号*2 Mark	日産農林工業 Nissan Norin Kogyo			白金工業 Shirogane Kogyo		
幅 Width	長さ Length		昭和53年 11月29日 29th Nov. 1978	昭和54年 6月6日 6th June 1979	昭和54年 11月29日 29th Nov. 1979	昭和53年 12月6日 6th Dec. 1978	昭和54年 6月14日 14th June 1979	昭和54年 12月6日 6th Dec. 1979
10.3cm	380cm*1 (400cm)	1 U	0.36	0.76	0.88	0.12	0	0
		1 M	0.40	0.60	0.64	0	0.04	0
		1 L	0.72	1.04	1.00	0.48	0.20	0.12
	300cm	2 U	0	0.04	0.12	0	0	0
		2 M	0.36	0.36	0.44	0	0	0
		2 L	0.08	0.34	0.12	0.04	0	0
8.5cm	380cm*1 (400cm)	3 U	0.50	0.81	0.97	0.47	0.56	0.28
		3 M	0.08	0.19	0.42	0.17	0.11	0.03
		3 L	0.58	0.83	0.86	0.19	0.22	0
	300cm	4 U	0.81	0.61	0.67	0	0.03	0
		4 M	0.22	0.33	0.44	0.11	0	0
		4 L	0.39	0.61	0.94	0	0	0
全 体 Total mean grade			0.34	0.54	0.63	0.15	0.12	0.04
丸身材の平均 Mean grade of wane timbers			0.40	0.87	0.84	0.18	0.18	0.03
2等材の平均 Mean grade of timbers of JAS 2nd class			0.17	0.51	0.72	—	—	—

*1 日産農林工業保管材は長さ 380 cm, 白金工業保管材は長さ 400 cm.
Length of Nissan Norin Kogyo is 380 cm, length at Shirogane Kogyo is 400 cm.

*2 U=最上段バンドル, L=最下段バンドル。
U=Top bundle, L=Bottom bundle.

え方が大きい。白金工業倉庫保管材には2等材がない。これらの事実から、この2倉庫の納入材の間には生物劣化の面から見た品質(含水率, 辺材などの劣化しやすい要素の割合, 丸太での内部腐朽を持っていることの有無, 防ばい処理の適正さ)に差があったのではないかと考えられる。

次に腐朽による材の劣化はかびと異なり, 材の平均含水率が25%以上で, かつ10~35°Cの適当な温度が数か月続いた場合におこる。ただし, すでに丸太の時に腐朽菌が侵入していた場合, その丸太から採取した製品の中に, 外見から判別しにくい内部腐朽があることがある。この場合, 内部にいる腐朽菌は生育条件が整えば, 直ちに生長を開始する。備蓄を開始した当初の昭和49年度購入材には, 材表面では見落ししやすい内部から腐朽した材が一部混入し, それが感染源となってまわりの材まで腐朽したため大きな被害を受けた²⁾。しかし, その後買付け検査の厳格化と 材木厚を大きくしたことにより, 今回の調査では, 表面にまで菌糸が繁殖し, 一見腐朽材とわかるような材はなくなったが, 外見上健全で内部が腐朽している材が一部見受けられた。

かびおよび腐朽を総合的に評価した時, 比較的乾燥しやすいバンドルの外側の材(1つのバンドルの最

Table 9. バンドルの内外別平均劣化度
Mean grade of the outer part and inner part in the bundle.

寸法 Dimension		バンドルの内外 Outer part or inner part in the bundle	日産農林工業 Nissan Norin Kogyo			白金工業 Shirogane Kogyo		
幅 Width	長さ Length		昭和53年 11月29日 29th Nov. 1978	昭和54年 6月6日 6th June 1979	昭和54年 11月29日 29th Nov. 1979	昭和53年 12月6日 6th Dec. 1978	昭和54年 6月14日 14th June 1979	昭和54年 12月6日 6th Dec. 1979
10.3cm	380cm* (400cm)	外側 Outer part	0.35	0.67	0.79	0.08	0.04	0.04
		内側 Inner part	0.75	1.04	1.07	0.41	0.15	0.04
	300cm	外側 Outer part	0.10	0.15	0.13	0.02	0	0
		内側 Inner part	0.22	0.41	0.41	0	0	0.04
	平均 Mean	外側 Outer part	0.23	0.41	0.42	0.05	0.02	0.02
		内側 Inner part	0.49	0.73	0.74	0.21	0.08	0.04
8.5cm	380cm* (400cm)	外側 Outer part	0.38	0.53	0.75	0.18	0.18	0.05
		内側 Inner part	0.40	0.71	0.75	0.42	0.44	0.17
	300cm	外側 Outer part	0.30	0.33	0.50	0	0	0
		内側 Inner part	0.69	0.75	0.92	0	0.02	0
	平均 Mean	外側 Outer part	0.34	0.43	0.63	0.09	0.09	0.03
		内側 Inner part	0.55	0.73	0.84	0.21	0.23	0.09
総平均 Total mean	外側 Outer part	0.28	0.42	0.52	0.07	0.06	0.02	
	内側 Inner part	0.51	0.73	0.79	0.21	0.15	0.06	

* : 日産農林工業は 380 cm, 白金工業は 400 cm。

Length at Nissan Norin Kogyo is 380 cm, length at Shirogane Kogyo is 400 cm.

上段の材およびその他の段の両端の2列の材)と、比較的乾燥しにくいバンドルの内側の材(その他の段の両端を除く材)との劣化経過の比較を Table 9 に示す。両倉庫の材ともバンドルの内側の材が外側の材よりも大きな平均劣化度を示している。このうち日産農林工業の材は劣化が大きく、期間とともに劣化が進行している。この原因としては、温湿度の高い6月の時点で材表面にかびが発生し、変色をおこし、それが低温期の11月末においても変色として残存していたこと、6月時点で目だたなかった内部腐朽が、材の乾燥に伴い落込みとなって現われ、表面からの判定が容易になったことなどが、見かけ上の平均劣化度の進行となったものと考えられる。Fig. 3-a から含水率は、すでに20%以下であるので、少なくとも、腐朽による劣化は、これ以上進行することは考えられない。しかし、梅雨期の材表面のかびの発生については、毎年繰返される可能性はある。白金工業倉庫の材は劣化が小さく、期間とともにさらに小さくなっている。これは、保管材の品質が良かったことと、材表面のかびなど当初劣化として確認されたものが変色に至らなかったため、12月時点の材表面の乾燥により目だたなくなり、見かけ上劣化の改善とな

Table 10. 劣化度の判定と切断面の腐朽面積および切断面にもとづく劣化度
Rating by the surface inspection, decay area and real grade

試験材番号 No.	含水率 Moisture content (%)	評価 Rating by the surface inspection*	切断面の 変色面積 Stain area	切断面の 腐朽面積 Decay area	切断面の評価 Real grade	備考 Remark
--------------	-----------------------------------	---	-------------------------------	-------------------------------	----------------------	--------------

昭和54年11月29日 日産農林工業
The 29th Nov. 1979 at Nissan Norin Kogyo

AL-5	16.0	C (d)	—	40%	C (d)	
AL-10	16.3	C (d. m)	—	20%	C (d. m)	
AL-12	17.1	C (d. m)	—	20%	C (d. m)	腐朽は表面から判定しにくい Visually sound but slight decay.
AL-18	16.6	B (m)	—	5%	B (d. m)	
AM-20	17.0	C (d. m)	—	40%	C (d. m)	
AU-13	15.3	B (m)	—	80%	D (d. m)	飛び腐れ White rot
AU-16	13.7	C (d. m)	—	70%	D (d. m)	ピンク色の変色は腐朽のしる し Surface rose discoloration is decay signal.
BL-18	14.6	B (r)	—	60%	D (d)	
BM- 8	15.1	C (d)	60%	—	B (m)	
BM-10	15.8	C (d)	—	70%	D (d)	
CL-35	16.2	C (d. m)	—	5%	B (d. m)	
CU- 4	15.0	C (d. m)	—	30%	C (d. m)	
CU- 9	15.3	C (d. m)	—	50%	C (d. m)	
CU-10	15.5	C (d. m)	—	10%	C (d. m)	
DL- 5	16.6	B (d. m)	30%	—	B (m)	青変 Blue stain.
DL- 9	15.9	D (d. m)	—	60%	D (d. m)	
DL-13	16.2	D (d)	—	20%	C (d)	
DL-14	15.0	C (d)	—	5%	B (d)	
DM-20	16.0	B (d)	—	—	A	健全 Sound
DU-10	16.1	B (d)	—	—	A	白色の線は薬剤 White line is the crystal of the preservative.

昭和54年12月6日 白金工業
The 6th Dec. 1979 at Shirogane Kogyo

AL-12	17.2	B (m)	—	2%	B (d. m)	
BM- 7	15.9	B (d)	—	5%	B (d)	
CU-15	17.9	B (m)	—	—	B (m)	材表面のみのかび Surface mold only.
CU-21	17.9	B (m)	—	—	B (m)	
CM-22	17.4	B (m)	—	—	B (m)	材表面のみのかび Surface mold only.
DU-14	15.3	A	30%	—	B (m)	
DU-20	14.6	A	—	—	A	健全 Sound
DM- 8	15.4	A	—	—	A	健全 Sound
DL-14	16.1	A	—	—	A	健全 Sound
DL-28	16.2	A	5%	—	B (m)	

* d: 腐朽 decay, m: かび mold, r: ピンク色の変色 rose discoloration.

ったことによるものと考えられる。いずれにしても、木材の平均含水率が低下して気乾状態に達したとしても、倉庫環境の通風の悪い部分では、材表面のみ吸湿してかびの発生を促すおそれがある。また、雨が吹込んだり雨もりする条件の倉庫では、材がぬれてかびや腐朽がおこる。それ故に、倉庫の雨もりや、高温多湿期の通風換気について十分注意する必要がある。

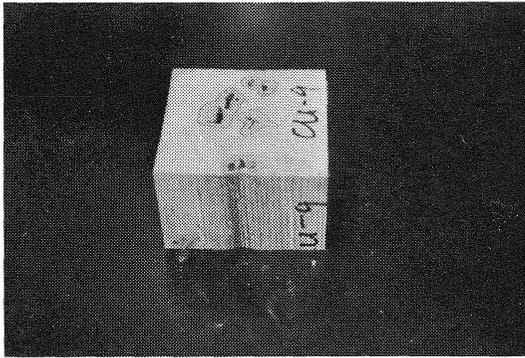


Photo. 6 落込みと腐朽
Collapse and decay.

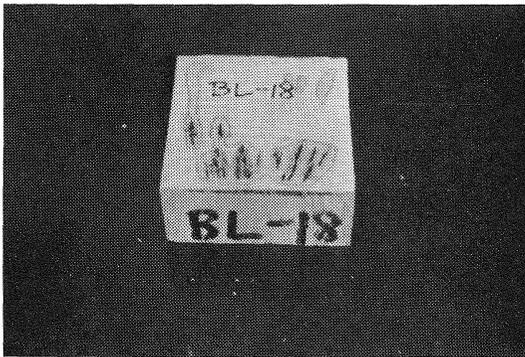


Photo. 7 ピンク色の変色と腐朽
Surface rose discoloration and decay.

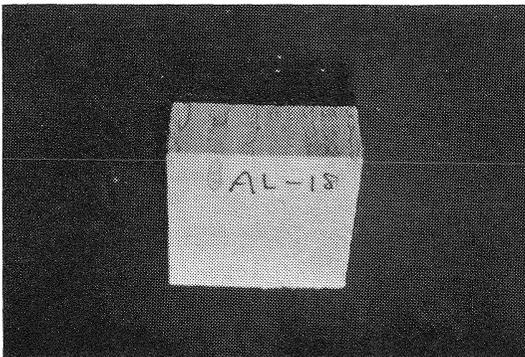


Photo. 8 表面健全と腐朽
Slight decay (sound visually).

Table 3 に基づく判定の確認のため、材面に腐朽の徴候を示す変色のあるものや、落込みや腐朽によるひ割れなどが見られるものを切断し、腐朽面積を求めた。その時の材表面観察との違いを明示したのが Table 10 である。全体として表面観察による判定は妥当であったことがわかる (Photo. 6) が、一部に見落しがあった。それらを列記すると、

① 菌糸状に見えた白線は薬剤の結晶であった (DU-10)。

② ピンク色に変色した部分 (このような変色は取引上もボタン材と称して嫌われている) は切断してみると必ず Photo. 7 に示すように内部腐朽があった。従ってこの変色は腐朽菌の出す体外酵素によるものではないかと考えられる (BL-18)。

③ 表面では、樹液の浸出による変色、鋸屑の付着による変色、または光線によるやけと判断した黄ないし褐色の変色で、内部腐朽材と判定しなかった材でも、軽度の内部腐朽を持つものもあった (AL-18) (Photo. 8)。

今後の判定は、これらの経験を生かし、特にピンク色の変色に注意し、腐朽を見落さないよう留意すべきである。

3.5 倉庫内の温湿度

これまで述べてきたように、備蓄材の保管中の環境条件は品質におよぼす影響が極めて大きい。環境条件の中には、建屋の構造から気象条件まで広範な要素が含まれるが、本調査では気象条件のうち、倉庫内の温湿度についてのみ測定した。通常、備蓄保管用の倉庫は開放型の建築構造になっているため、外気

Table 11. 倉庫内の位置別温湿度
Temperature and humidity in storehouse.

日産農林工業*1 Nissan Norin Kogyo						白金工業*2 Shirogane Kogyo					
年月日 Date	測定位置 Point	乾球 温度 D. B. T. (°C)	湿球 温度 W. B. T. (°C)	関係 湿度 R. H. (%)	平衡 含水率 E. M. C. (%)	年月日 Date	測定位置 Point	乾球 温度 D. B. T. (°C)	湿球 温度 W. B. T. (°C)	関係 湿度 R. H. (%)	平衡 含水率 E. M. C. (%)
1978年 11月30日 Nov. 30, '78	上段 Top	14.4	9.2	49.4	9.2	1978年 12月7日 Dec. 7, '78	上段 Top	9.7	4.3	38.8	7.5
	中段 Middle	13.3	8.7	53.6	9.9		中段 Middle	7.8	3.5	54.0	9.0
	下段 Bottom	12.5	8.6	57.0	10.9		下段 Bottom	6.2	3.6	68.0	12.8
1979年 6月6日 Jun. 6, '79	上段 Top	23.7	18.9	63.2	11.4	1979年 6月16日 Jun. 16, '79	上段 Top	19.0	18.2	85.1	18.3
	中段 Middle	23.6	18.8	63.2	11.4		中段 Middle	19.9	18.2	85.1	18.3
	下段 Bottom	23.7	18.7	62.0	11.0		下段 Bottom	19.4	18.3	90.3	20.2

*1 4～5か所の平均 Mean value at 4 or 5 points.

*2 3～4か所の平均 Mean value at 3 or 4 points.

の気象条件が直接的に倉庫内の空気条件に影響する。さきにもふれたように、雨天でもない限り、備蓄倉庫内は外気より概して高湿条件にあるが、堆積の仕方によって通風を加減でき、ある程度は湿度の調節も可能であろう。調査を行った2つの倉庫は、堆積の方法や通風空間などの観点からみて、ほぼ標準的な保管状態にあるものと考えてよい。

当該倉庫内の温湿度の測定結果を示すと Table 11 のようになる。なお測定当日はいずれも晴天または曇天であった。測定結果を検討すると、11～12月の測定では、2地域の倉庫とも上段に行くほど温度が高く、平衡含水率値が低くなっているが、6月の測定ではこの傾向があまり顕著でない。常識的に見て、湿度の高い梅雨時以外は一般に上段ほど、空気が乾いていると考えられる。何故なら、空気循環装置がなく、通風も均一にし難い通常の備蓄材倉庫内では、温度が低く湿気の多い空気が下方に滞留しがちのはずだからである。このことは、さきの3.1項で、最上段(U)のバンドルの平均含水率が他と比較してやや低かったことからもうかがわれる。

このような温湿度の値は、同一の場所であっても測定日時によって著しく変動するものであるため、2つの倉庫での測定値に差があっても、その差自体には何の意味ももたない。従って、Table 11の意味するところは、単に、同一時点で測定した場合の上下方向の差異を示すにとどまる。

温湿度の測定は備蓄期間を通じて連続的に行い、備蓄材の乾燥度、損傷の現われ方などと関連づけて検討するのが望ましいが、工場側の実情から実行は難しいように感じられる。

4. 今後の備蓄材保管のあり方

木材備蓄は、備蓄期間中に生じる品質劣化を可能な限り抑制することが大前提である。乾燥に伴って生じる諸損傷を恐れるあまり、保管中の材の乾燥を抑制し、外観的な品質を損なうことなく、生材状態を長期間維持することは、ぼう大な量を扱う木材備蓄では実行不可能であるのみでなく、内部腐朽を促進させ

るおそれがあるから、このような手段はとるべきでない。むしろ、正しい管理のもとに材を正しく乾燥させ、高品質の材料を消費者に提供することが本筋であろう。備蓄材の保管管理における主要な留意点を列記すれば以下ようになる。

(1) 建屋について

- 1) 開口部を広くし、倉庫内を風が吹き抜けるような構造とする。
- 2) 直射日光を避け、雨が材に直接当たらないようにする。
- 3) 倉庫内に降り込んだ雨が床面に滞留しないようにする。
- 4) 地中からの湿気を防ぐため、床はコンクリート打ちとする。

(2) 材について

- 1) すでに腐朽している材、心持ち材、大きな節や木理の不整が著しい材は備蓄材としては避ける。
- 2) 製材および材の買付けは、秋の終わりから冬にかけての低温乾燥期に実施する。
- 3) その他の時期の乾燥までのかびによる材の変色防止のため、防ばい処理を適切に実施する。
- 4) 保管期間中に材の腐朽を発見したならば、速やかに薬剤を吹付けるか、バンドルを解体して内部を調査し、取り除く。

(3) バンドリングおよび積み込み方法について

- 1) 二方まさ木取り材は板目面が上下方向になるように積み込む。
- 2) 材を一段積み込むごとに栈木をはさむ。
- 3) 栈木は健全材から作製する。
- 4) 栈木を媒体とした腐朽の伝ばを防ぐため、栈木はすべて防腐処理を施す。
- 5) 栈木は厚さ 20~25 cm (幅も同じ) のものが好ましく、どの栈木も同一の厚さとする。
- 6) 長さ 3 m の備蓄材に対しては一段あたり少なくとも 4 本、4 m 材では少なくとも 5 本の栈木を等間隔に配置する。
- 7) 材両端の栈木は材の木口端部近くに置く。
- 8) 栈木は上下に一直線になるように置く。
- 9) バンドルとバンドルとの間 (上下方向) には 10 cm 角程度の枕木をはさみ、通風の促進をはかる。
- 10) 枕木には腐朽のない健全材を用いる。
- 11) 枕木は材の長さ方向で少なくとも一段につき 3 本は使用し、上下に一直線になるように置く。
- 12) バンドルは主風の通風が妨げられない配置で堆積する。
- 13) バンドルは通風を考慮した適当な通路を設けて堆積し、かつ、フォークリフト等の震動で堆積が倒れないように注意する。

お わ り に

今回の備蓄材調査によって種々の知見が得られ、幾多の問題点がある程度浮き彫りになった。調査した工場においても、棟の違ういくつかの倉庫では栈木や枕木の不適正な使用状態、過密な保管、床面に雨水の滞留などが依然として見られ、また倉庫の構造に通風上の改善が必要なものなども見出された。これらの不備は早急に改善されることが強く望まれる。

本調査の実行に当たり、各種測定に協力頂いた木材部乾燥研究室 久田卓興技官、東京農業大学学生

白石智洋，我妻勝弥の両君らに謝意を表する。さらに，調査のさいには，(財)日本木材備蓄機構をはじめ日産農林工業(株)，白金工業(株)の職員の方々から種々の便宜，助力を頂いた。ここに深甚の謝意を表したい。

引用文献

- 1) 鈴木・佐藤：備蓄用木材の防ばい試験，木材工業，31(5)，p. 200~202，(1976)
- 2) 鈴木憲太郎：備蓄材の材質劣化に関する調査報告，木材部資料，52-3，42 pp.，(1977)
- 3) 防腐研・乾燥研：昭和49年度備蓄材の調査—中間報告(1)—日本木材備蓄機構調査結果報告，(1978)
- 4) 防腐研・乾燥研：備蓄材劣化防止技術の開発—中間報告(1)—日本木材備蓄機構調査結果報告，(1979)
- 5) 寺沢・鷺見：わが国における木材の平衡含水率に関する研究，林試研報，227，88 pp.，(1970)
- 6) R. C. RIETZ：Storage of Lumber，Agriculture Handbook No. 531，U. S. Department of Agriculture，Forest Service，63 pp.，(1978)

Retardatory Skills for Degradation of Lumber Quality during Storage [I]

—Changing process and evaluation of lumber

quality during three-year storage—

Shoji AMEMIYA⁽¹⁾, Kentaro SUZUKI⁽²⁾, Shoshiro MATSUOKA⁽³⁾,
Hiroshi SUMI⁽⁴⁾, Shoichi SATO⁽⁵⁾ and Takuzo TSUTSUMOTO⁽⁶⁾

Summary

The quality of green lumber is apt to be degraded by fungi attack, warping, checkings, etc., while it is stored for emergent needs at the storehouses. Establishment of adequate storage skills and quality control is indispensable in order to minimize the quality degradation during the storage term. However, technical knowledge and skills for storage of large amounts of green lumber are lacking at the present time.

Quality research of W. Hemlock (*Tsuga heterophylla*) square lumber (purchased in the 1976 fiscal year) being stored at two factories' storehouses was conducted several times. Prior to this study, the authors had already carried out the preliminary research of the older lumber (purchased in the 1974 and 1975 fiscal years). A number of improvement points were applied to the storage of the newer lumber (treated in this study) according to the results of the preliminary research.

Changes of the lumber quality, that is to say, moisture content, mold, decay, discoloration, warping, checkings and meteorological conditions at the sites were observed and evaluated by certain criteria, respectively. This paper suggests a beneficial way for the storage of sawed lumber in the future. Necessity of the following major operations is emphasized here: segregation of low quality lumber, anti-mold treatment of lumber before storage, proper stacking and piling, adoption of open type storehouses and so on.

Received July 5, 1980

(1)~(3) Wood Utilization Division

(4)~(6) Wood Technology Division