

(研究資料)

木造家屋における鉄釘の劣化調査 第4報

29年経過した南京下見壁

今村浩人⁽¹⁾・大黒昭夫⁽²⁾・金谷紀行⁽³⁾

Hiroto IMAMURA, Akio OKURO and Noriyuki KANAYA : Deterioration
Survey of Nails for Wooden House IV
29-Year Served Wooden Bevel Siding Wall
(Research note)

要 旨：茨城県石岡市の市営住宅4戸を調査した。いずれも29年経過した同じ間取りの木造平家である。釘を外壁の南京下見板から採取し、目視による5段階法で劣化度を評価すると同時に、釘近辺の含水率を測定した。南京下見板は、法的規制から新たに使用されることは少ないと思われるが、釘の劣化度を見ることによって外壁の劣化が進む部位を予知すること、および経過年数、木材含水率と釘の劣化との関係を明確にすることは、他の施工法による木造住宅においても必要とされるものである。調査箇所として通常最も劣化が著しい壁の下部および垂直方向の分布をみるために北側の壁を選んだ。壁の下部の釘の劣化度は、家屋および方向により異なるが平均2.8~4.5であり、北壁では上部から下部になるにしたがって劣化度が進んでいる。南京下見板の含水率と釘の劣化度の間に直線関係がみられた。その回帰係数を検定した結果、4戸のうち3戸は同じ回帰係数であるが、他の1戸は異なった回帰係数をもっているときみなされる。これらの家屋は材料、構造および経過年数が同じであることから、釘の劣化度と木材含水率の関係には、日当たり、通風などの環境による因子も作用していると考えられる。

はじめに

調査の対象となった家屋は、茨城県石岡市東石岡にある市営自由ヶ丘住宅であり、昭和29年に建設され、約29年経過した昭和58年5月に取り壊されることとなった。調査は5月17~19日に行われた。住宅はすべて木造の平家で、2種類のタイプがあるが、今回は同一タイプの4戸の調査結果をまとめた。

外壁となっている南京下見板は、今日では建築基準法による規制のため、新たに使用される可能性は低い。本調査の結果は、木材に打たれた状態での鉄釘の長期間のばく露による劣化状態を知ることのほか、非木質系の外壁において、水による劣化を受けやすい箇所を知るうえでも参考になるものと思われる。

本調査のための労をとっていただいた石岡市役所建築課の小沼課長はじめ関係者に対して感謝する次第である。

1. 調査方法

家屋の配置図は Fig. 1 に示すとおりであり、No. 1, 2, 5, 15, 20 を調査したが、No. 20 のみ家屋の形が異なるため、ここでは No. 1, 2, 5 および 15 の家屋の調査結果をまとめた。これらの家屋は Fig. 2

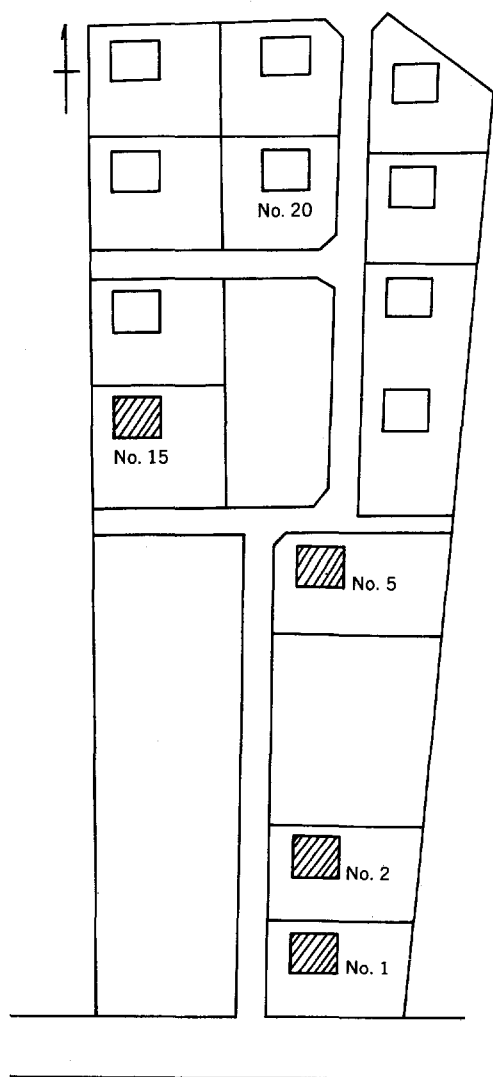


Fig. 1. 配置図
Site plan.

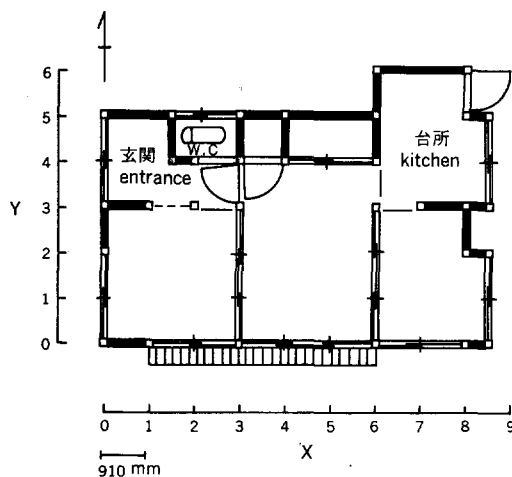


Fig. 2. 間取
Floor plan.

のような間取りからなり、家の北側には壁から 1 m 程度の距離に、高さ 1~2 m 程度のササやヒノキ等の生垣があり、壁は湿りがちである。西側は No. 1, 2 および 5 は開放的であるが、No. 15 では建物から約 3 m のところに高さ 1.5 m 程度のブロック塀がある。東側は台所に接して簡単な小屋が増築されているか、またその形跡がある。南側は No. 1 では 2 m の距離に高さ 1.8 m のブロック塀があるが、他の家屋は庭が広く日当りはよい。

南京下見板(スギ)は幅が 18 cm で厚さは、一端が 1 cm、他端が 0.4 cm の傾斜をもつ板である。また、上下の重なり部分は 1 cm 強であり、この部分に N 32 の鉄釘が打たれている。南京下見板の内側は、台所の北側に出た部分では中空

(内壁はモルタル塗り)であるが他は小舞竹を用いた土壁である。釘の劣化度は目視による 5 段階法¹⁾で現場で評価し一部は持ち帰った。木材の含水率は Kett MT-8 S により測定した。

2. 調査結果

1) 壁の下部の釘の劣化

南京下見板の最下端で、これを間柱(スギ)に接合している釘(45.5 cm の間隔)の劣化度の分布を Fig. 3 に示す。また各面の壁における平均値を Table 1 に示す。これらからわかるように、No. 5 の家屋で特に西壁の釘の劣化度が小さい。全体としても西壁の釘の劣化度が小さく、No. 15 以外では、続い

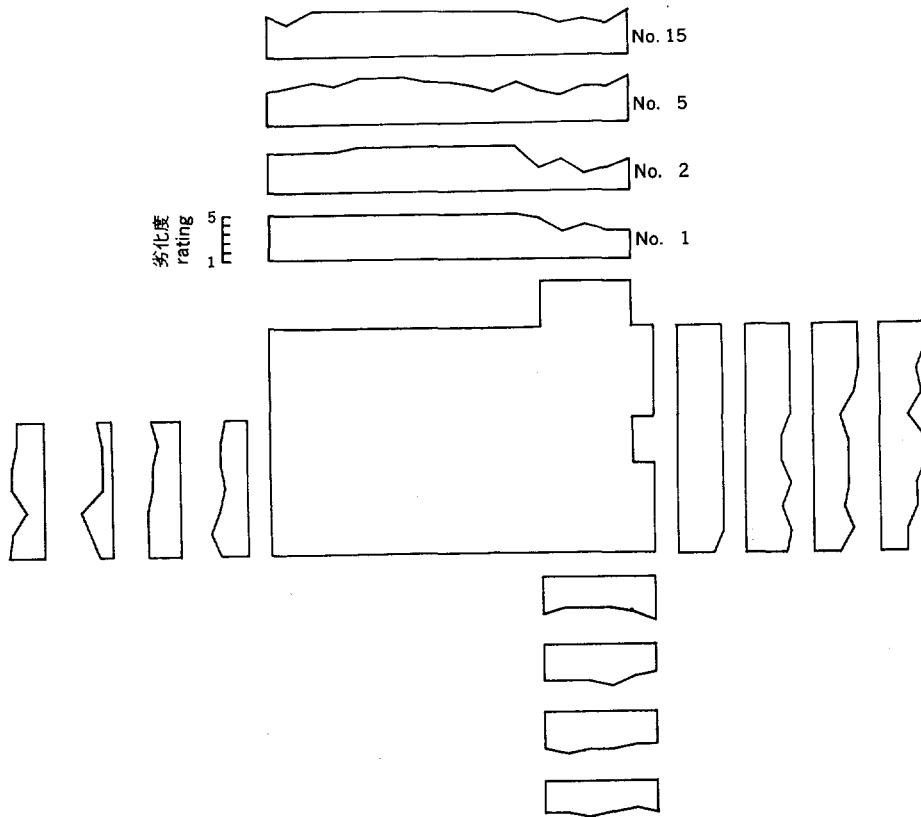


Fig. 3. 壁の下部における釘の劣化
Deterioration of the nail at the foot of the wall.

て南壁，北壁，東壁の順に劣化度は大きくなっている。なお，家の東側には台所の流し，北側には便所があるが，西および南側には水まわりがない。

つぎに，各家屋の下部の釘の劣化と南京下見板の含水率の関係を Fig. 4~7 に示す。いずれも直線関係がえられ，相関係数は有意である。含水率 W と劣化度 D との関係式を

$$W = a_1 D + a_0 \dots\dots\dots(1)$$

で表わすと，各直線における係数は Table 2 のようになる。ここに a_1 は回帰係数， a_0 は回帰定数である。

2) 北壁における釘の劣化

Fig. 8 に北壁の模式図を示す。南京下見板は水平方向に14枚並んでおり，便宜上，下から1~14の番号をつけた。X=4~5.5の範囲における釘の劣化度を平均し，垂直方向の分布をみると Fig. 9 のようになる。釘の劣化度は他の場合¹⁾と同じように下部になるほど大になっている。また含水率も釘の劣化度

Table 1. 壁の下部における釘の劣化度
Deterioration of the nail at the foot of the wall

No.	N	E	W	S
1	4.6	4.9	3.0	3.9
2	4.2	4.7	3.4	3.8
5	3.9	4.1	1.6	3.9
15	4.6	4.1	3.2	3.5
平均 Average	4.3	4.5	2.8	3.8

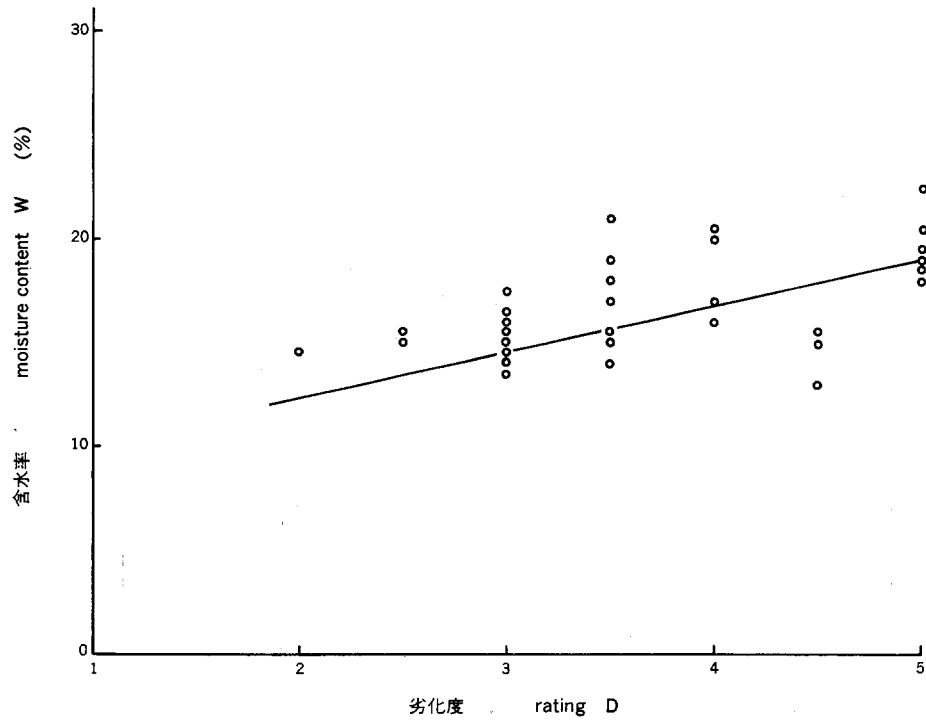


Fig. 4. 壁の下部の含水率と釘の劣化度 (No. 1)
Relationship between the moisture content and the rating of the nail at the foot of the wall (No. 1).

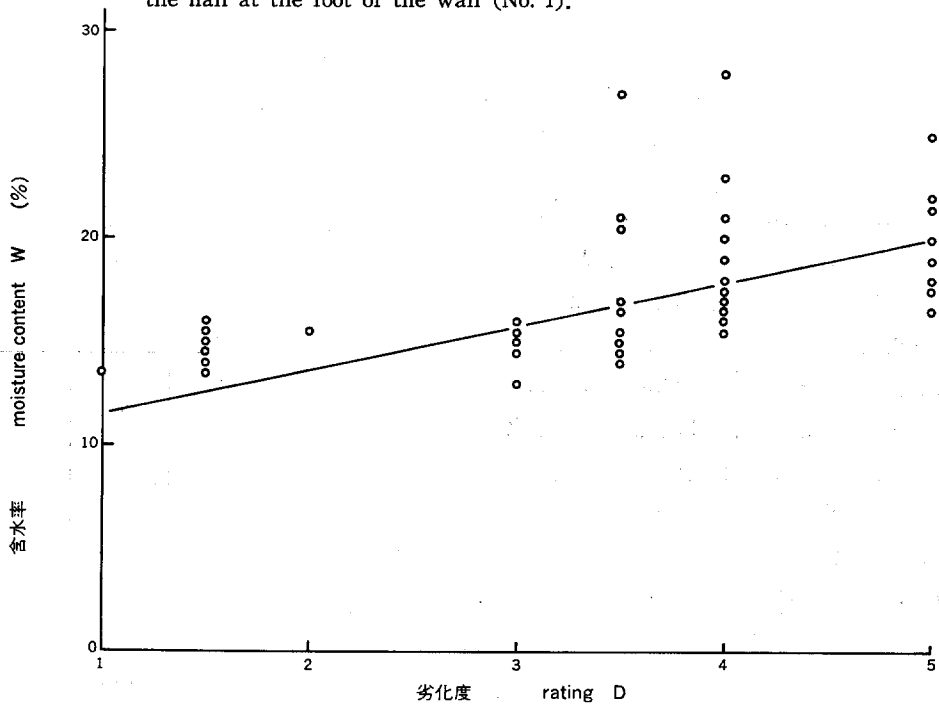


Fig. 5. 壁の下部の含水率と釘の劣化度 (No. 2)
Relationship between the moisture content and the rating of the nail at the foot of the wall (No. 2).

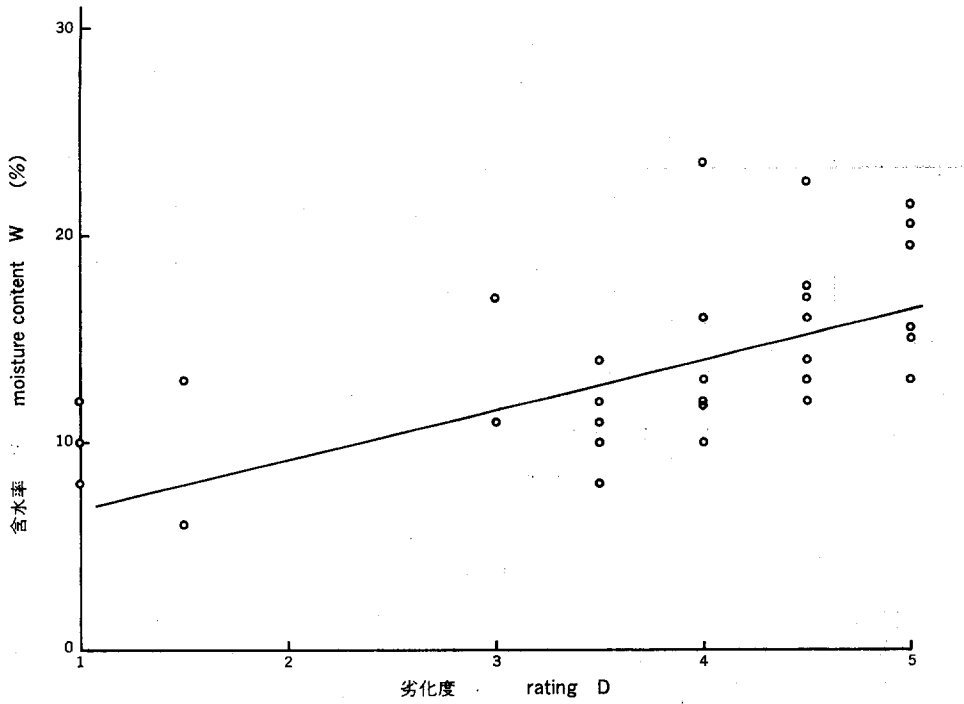


Fig. 6. 壁の下部の含水率と釘の劣化度 (No. 5)

Relationship between the moisture content and the rating of the nail at the foot of the wall (No. 5).

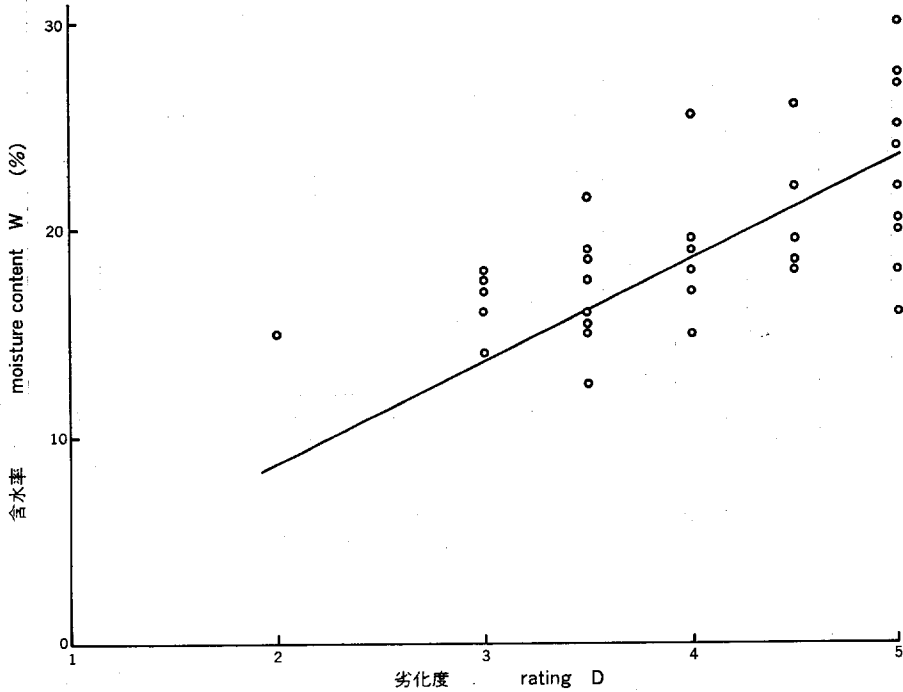


Fig. 7. 壁の下部の含水率と釘の劣化度 (No. 15)

Relationship between the moisture content and the rating of the nail at the foot of the wall (No. 15).

Table 2. 壁の下部の含水率と劣化度の式における係数
Coefficients for the equation relating to the moisture content
and the rating of the nail at the foot of the wall.

No.	<i>n</i>	\bar{W}	\bar{D}	σ_W	σ_D	a_1	a_0	<i>r</i>
1	43	17.10	4.28	3.22	0.86	1.64	10.05	0.44
2	47	15.52	4.03	2.90	0.87	1.56	9.23	0.47
5	34	13.81	3.72	4.13	1.20	1.92	6.67	0.56
15	44	20.00	4.10	4.55	0.80	3.91	3.94	0.69

n : 試料数 Numbers of the samples
 \bar{W} : 含水率の平均 Average values of the moisture content
 \bar{D} : 劣化度の平均 Average values of the rating
 σ_W : 含水率の標準偏差 Standard deviation of the moisture content
 σ_D : 劣化度の標準偏差 Standard deviation of the moisture content
 a_1 : 回帰係数 Regression coefficient
 a_0 : 回帰定数 Intercept of regression line
r : 相関係数 Correlation coefficient

Table 3. 北壁における釘の劣化度
Deterioration of nails in the northern wall.

家屋 番号 House No.	下見板 番号 Bevel No.	X=8 Y=6	X=6 Y=6	X=4 Y=5	X=2 Y=5	X=0 Y=5	家屋 番号 House No.	下見板 番号 Bevel No.	X=8 Y=6	X=6 Y=6	X=4 Y=5	X=2 Y=5	X=0 Y=5
1	7	3	3.5	4.5	3.5	3.5	5	7	—	3.5	2.5	4	3.5
	6	3	3.5	4.5	4.5	3.5		6	—	3.5	2.5	4	2
	5	3	3.5	5	5	3		5	—	4	2.5	3.5	3.5
	4	3	4	4	5	3.5		4	—	3.5	2	4	3.5
	3	3	5	4.5	5	4.5		3	—	4	2	5	3.5
	2	5	4.5	4	5	5		2	—	4	2.5	5	3.5
	1	5	4.5	5	5	5		1	—	3.5	—	5	3.5
		(3.6)	(4.1)	(4.5)	(4.7)	(4.0)			(3.7)	(2.3)	(4.4)	(3.3)	
2	7	2.5	2.5	4	4.5	3.5	15	7	3.5	3.5	4	5	3
	6	2.5	2.5	4	4	3		6	4	3	3.5	5	3
	5	2.5	5	—	5	3		5	3	3	4	5	3
	4	2.5	3	5	5	3.5		4	4	3	3.5	5	3
	3	3	2.5	5	4.5	3		3	4.5	3	4	5	3
	2	3	2.5	5	4.5	3		2	4.5	3.5	4	5	3
	1	3.5	2.5	5	5	4.5		1	5	4.5	5	5	4.5
		(2.8)	(2.9)	(4.7)	(4.6)	(3.4)		(4.1)	(3.4)	(4.0)	(5)	(3.2)	

Table 4. 北壁での含水率と劣化度の式における係数
Coefficients for the equation relating to the moisture content
and the rating of the nail in the northern wall.

No.	<i>n</i>	\bar{W}	\bar{D}	σ_W	σ_D	a_1	a_0	<i>r</i>
1	35	19.91	4.17	3.85	0.77	1.00	15.73	0.20
2	34	18.44	3.65	3.53	0.98	1.84	11.73	0.51
5	27	16.32	3.46	2.58	0.84	1.52	11.05	0.49
15	35	22.66	3.93	4.84	0.79	3.55	8.70	0.58

表の記号は Table 2 と同じ

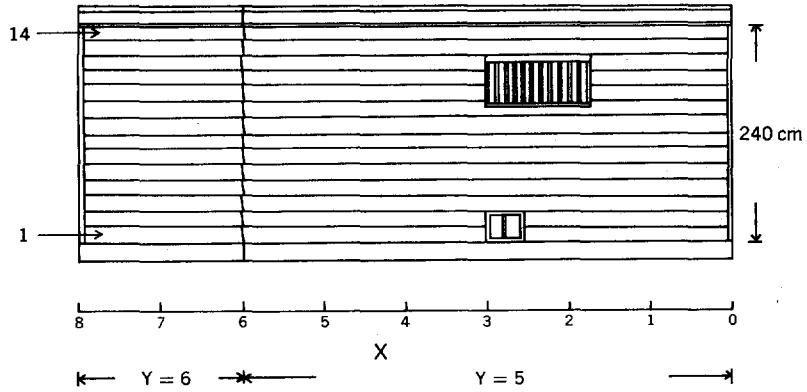


Fig. 8. 北 壁 Northern wall.

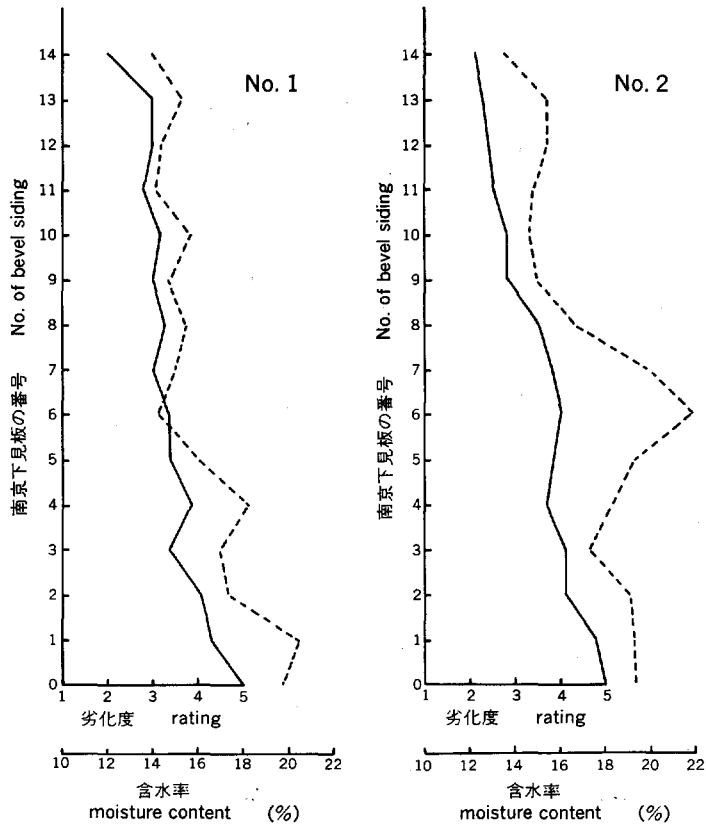


Fig. 9. 垂直方向における劣化度と含水率の分布
Perpendicular distribution of the rating and the moisture content.

——: 劣化度 Rating, - - - -: 含水率 Moisture content

と類似した傾向を示している。

各家屋の北壁の 5 箇所における南京下見板の下から 7 枚目までの釘の劣化度を Table 3 に示す。 $X=2$, $Y=5$ の位置は便所の部分にあたり、土塗り壁が壊れていることが多く、釘は特に劣化が著しい。また、No. 1 の $X=0$, $Y=5$ の柱の下部には蟻害がみられた。これらの釘の劣化度と南京下見板の含水率との直線関係における係数を Table 4 に示す。なお、含水率が高く含水率計の測定範囲を超える場合は、含水率を便宜上 30% として計算した。Table 4 に示されているように、No. 1 では相関係数は 0.20 であり、危険率 5% では有意ではない。

3. 考 察

家屋の周囲の壁の下部および北壁において、南京下見板の含水率と釘の劣化度の間に直線関係がみられた。Table 2 をみると、壁の下部では、含水率と劣化度の平均値は No. 5 で小さく、回帰係数 a_1 は No. 15 において他との差が大きい。No. 15 は北壁 (Table 4) についても同様である。各直線関係は、その測定対象の特徴を表わしていると考え、壁の下部の直線はすべての家屋について同じとみなせるかどうかを検討してみる。2 組ずつの直線の回帰係数の有意差を t 検定した結果によると、No. 1, 2 および 5 はそれぞれの間に危険率 20% 以上においても有意差はないが、No. 1 または No. 2 と No. 15 の間には危険率 1% で有意差があり、No. 5 と No. 15 の間には危険率 5% で有意差がある。すなわち、No. 1, 2 および No. 5 の家屋の壁の下部での式は同じと考えても差しつかえないが、これらは No. 15 の式とは異なっているといえる。同様に、北壁での式について検討すると、No. 1 は相関係数が低いので除かれるが、No. 2 と No. 5 の間には危険率 20% 以上においても有意差はみられない。しかし、No. 2 と No. 15 は危険率 10% では有意差があり、No. 5 と No. 15 も危険率 20% で有意差がある。したがって、やはり No. 15 の式は他と異なっていると考えた方がよい。それでは壁の下部と北壁はどうであろうか。これはそれぞれの間に危険率 20% 以上においても有意差はみられない。すなわち、各家屋の壁の下部と北壁の式は同じとみて差しつかえない。

以上の検討で No. 15 は No. 1, 2 および 5 と異なる回帰係数をもつことがわかった。この場合の回帰係数は、含水率—劣化度プロットの勾配であり、劣化度を 1 だけ増すのに必要な含水率を表す。これらの家屋の材料、構造および経過年数が同じであることから、釘の劣化度と木材含水率の関係には、日当たり、通風等の環境因子も作用していると考えられる。

4. ま と め

1) 29 年経過した同じ間取りの木造平家 4 戸の南京下見板について、含水率と釘の劣化度を調査した。最も劣化が著しいと思われる壁の下部では、1 戸を除き西、南、北、東の順に釘の劣化度が大きく、すべての平均では 2.8~4.5 である。北壁 (下から 7 枚の南京下見板) での測定によれば、釘の劣化度は、上部から下部になるにしたがって大きくなる。

2) 壁の下部および北壁において、南京下見板の含水率と釘の劣化度との間に直線関係がみられる。相関係数は一つの低い値を除いて 0.5 前後である。回帰係数を検定した結果、各家屋の壁の下部と北壁とは同じ式とみなして差しつかえなく、また 1 戸は他と異なった式である。

3) 含水率と劣化度の間を直線の回帰係数は、材料、構造、経過年数および環境因子が集約され

た値であり、その家屋の耐久性を表す一つの指標となる可能性があると考えられる。

引用文献

- 1) 今村浩人・金谷紀行・高木 純・大黒昭夫・唐沢仁志・千葉保人：30年経過した木造住宅における鉄釘の劣化調査，林試研報，322，95～184，(1983)

Deterioration Survey of Nails for Wooden House IV 29-Year Served Wooden Bevel Siding Wall (Research note)

Hiroto IMAMURA⁽¹⁾, Akio OKURO⁽²⁾ and Noriyuki KANAYA⁽³⁾

Summary

Four houses run by Ishioka municipal government in Ibaraki prefecture were inspected. The houses were traditional one-story houses with wooden bevel siding exterior walls. The houses were uniform in their floor plans. The northern walls were shadowed by tall hedges close to it. The house No. 15 (Fig. 1) had a concrete wall along the western wall about 3 m apart. House No. 1 had a concrete wall 2 m south of it.

Bevel siding boards were applied horizontally on the studs. The thickness of the bevel siding board was 1 cm at one side, tapering to 0.4 cm at the other side. The nails N 32 (32 mm length, 1.8 mm in diameter) were spaced 45.5 cm on the lap (more than 1 cm) of the sidings. Soil reinforced with crossed bamboo was installed between the interior wall and the sidings, excepting the wall around the kitchen. The inside of the sidings around the kitchen were empty.

The deterioration of the nails was evaluated by the five-rank rating method.

1) Nails at the foot of the wall.

Fig. 3 shows the distribution of the deterioration of the nails in the sidings of the bottom course. Table 1 shows the average rating in the four walls of each house. The linear relationships were found between the moisture content of the sidings and the ratings as shown in Figs. 4~7. The coefficients of the equation (1) were listed in Table 2.

2) Nails in the northern wall.

Fig. 8 illustrates the northern wall. The courses of the siding were numbered from the bottom course to the top course. Perpendicular distributions of the moisture content and the rating were observed in the range of $X = 4 \sim 5.5$, of the northern wall (Fig. 9). Five positions in the northern wall were chosen for the inspection. The ratings were listed in Table 3. The ratings were high at the position of $X = 2, Y = 5$ which belonged to the lavatory. Termite

Received December 1, 1983

(1) Wood Utilization Division

attack was found at the foot of the pillar, $X = 0, Y = 5$ (No. 1). The coefficients for the equations relating to the moisture content and the rating were listed in Table 4. The correlation coefficient for No. 1 is 0.20 which is not significant at the 5% level.

As seen in Table 2 and Table 4, the average moisture content and the rating are the lowest at No. 5. The regression coefficient, a_1 , is the highest at No. 15. Are the equations for the four houses different from each other? Is the equation for the foot part of the wall the same as the one for the northern wall of the house?

The difference of the equations was examined by t -test of the regression coefficients. The results were as follows: As to the foot part of the wall, significant differences were found between No. 1 or No. 2 and No. 15 at the 1% level, between No. 5 and No. 15 at the 5% level. As to the northern wall, no significance was found between No. 2 and No. 5 at the level of more than 20%. Significant differences were found between No. 2 and No. 15 at the 10% level, between No. 5 and No. 15 at the 20% level. No. 1 was omitted from the examination. However, we may conclude that the equations for No. 1, No. 2 and No. 5 are equal, and not equal to No. 15.

The equation for the foot part of the wall was the same as the one for the northern wall for each house, showing no significant difference at the level of more than 20%.

The regression coefficients for the equations of linear relationship between the moisture content and the rating represent the moisture content needed for an increase of the rating by 1. The regression coefficient may depend upon the environmental circumstances, besides the material, the structure and the time which these houses equally possess.