「さしものづくり」における小屋荷重の伝達経路からみた 架構の変化過程

石川県鹿西町周辺の木造住宅における軸組と小屋組の関係

THE PROCESS OF TRANSFORMATION OF FRAMING SYSTEM IN "SASHIMONO-ZUKURI" FOCUSING ON THE ROUTE OF LOAD TRANSFER FROM ROOF FRAME TO MAIN FRAME

Research on the correlation between main frame and roof frame of timber houses
at Rokuseicho, Ishikawa prefecture

堀江 亨*, 茶谷正洋**, 八木幸二***

Tooru HORIE, Masahiro CHATANI and Koji YAGI

This paper deals with the correlation between main frame and roof frame of timber houses at Rokuseicho, Ishikawa prefecture, analyzing quantitatively the route of load transfer from roof frame to main frame. It revealed that the average height of the route shifted upwards in main frame. In case of thatched roof, the process of expanding openness to the side of frame appeared in transformation of main frame. In case of tiled roof from the beginning, the arrangement of various type of beams has been developed either to show pile of beams or to expand openness upwards within main frame.

Keywords : roof load, main frame, roof frame, changing roof frame
小屋荷重, 軸組, 小屋組, 屋根替え

1. はじめに

本研究は、石川県鹿西町周辺¹⁾の木造住宅における軸組と小屋組の関係を、小屋組を支持するための軸組の部材構成に着目することにより数量的に表現し、その変化過程を明らかにすることを目的とする。分析対象は、鹿西町周辺において、丸太を太鼓にした「さしもの」²⁾と称する梁材に特徴づけられた住宅とする。分析資料は、江戸中期から昭和60年までに建てられた38棟の実測調査³⁾および修理工事報告書⁴⁾から得た。

本研究では、軸組において小屋組の鉛直荷重（以下、小屋荷重と呼ぶ）が伝達される部材構成を荷重経路と呼び、これを、小屋組の下端と桁の位置関係および軸組内部の部材構成の相違により分類し、小屋荷重が経由する部材数により軸組と小屋組の関係を表現するものである。なお、本研究における荷重経路という語については、部材の位置関係と空間構成の関連を明確にするために用いており、構造力学における荷重の量や配分方法の考え方を適用していない。また、自重や床荷重との関連につい

ても、小屋組の支持方法を分析する本研究の趣旨により考慮外としている。

2. 調査住宅の概要と分析の手順

図-1に示すように、調査住宅の軸組架構は、「さしもの」を中心とし、柱、桁、「ひらもの」（現地の呼称で差鴨居のこと）、束、貫などにより構成される「さしものづくり」と呼ばれる井桁形の単位架構が複数集合して成り立っており、平面構成におおむね対応している。

調査住宅の屋根形式には、入母屋草葺で平入りの「くずや」、および切妻瓦葺で妻入りの「あづまや」と、平入りの「ひらや」が見られる。内部の小屋組は、「くずや」が扱首組、「あづまや」、「ひらや」が、束を用いた小屋組としており、後者については、図-1に示した登り木を用いた構成のほかに、和小屋としているものも見られる。調査住宅の一部の家屋においては、扱首組による草葺を、束を用いた小屋組による瓦葺に改変してお

* 日本大学農獣医学部林学科 助手・工博

** 東京工業大学 名誉教授・工博

*** 東京工業大学工学部建築学科 助教授・工博

Research Assoc., Dept. of Forestry, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon Univ., D. Eng.
Emeritus Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.
Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

図-1 調査住宅の架構概要

図-2 屋根形式の分類

表-1 各架構形式の棟数

屋根形式	軸組と小屋組の 範囲の関係	「すや」	「まえいえ」	計
草葺のまま	「くずや」	0	3	3
草葺から瓦葺	「くずや」→「あづまや」	5	4	9
へ屋根替え	「くずや」→「ひらや」	3	0	3
竣工当初から	「あづまや」	14	0	14
瓦葺	「ひらや」	9	0	9
計		31	7	38

り、これを現地では屋根替えと呼んでいる。なお、屋根替えの際には、軸組の部材構成は変化していない。

「くずや」の軸組上端には、図-1に示すように、上屋⁵⁾外周の桁（以下上屋桁と呼ぶ）以外に、単位架構の境界に「地の桁」、「中桁」と呼ばれる桁が柱頭をつないで縦横にかかっている⁶⁾。草葺および屋根替え住宅では、「中桁」に並行し、これよりやや断面の小さな「うす梁受け」⁷⁾がかかり、これを下部の「さしもの」に立てられた束により受けている。また、「うす梁受け」と直角方向には五平の「うす梁」⁸⁾が渡る。「うす梁」は小屋裏の床下地になるとともに、草葺では、図-1の矢印aに示すように、両端の上屋桁の通りで扱首尻を受けている。また、屋根替え後に小屋束の立つ位置には、bのように、桁上の「うす梁」で受ける場合、cのように、下部に支持のない「うす梁」で受ける場合、dのように、「うす梁受け」で受ける場合が見られる。また、当初からの瓦葺では、eのように、桁回りの高さにかけられた「さしもの」により小屋束を受ける場合がある。

図-2には、調査住宅を、上屋の範囲と下部の単位架構による軸組の範囲（以下、主架構と呼ぶ）が一致する「すや」と、上屋の四方に主架構が張り出した「まえいえ」に分けて屋根形式との対応を示し⁹⁾、また、表-1には該当する棟数を示した。図-2に示すように、「まえいえ」は、草葺時には上屋の外側に追扱首のとりつく形式としており、また、屋根替え時には、側桁と呼ばれる主架構の外周に回る桁の上に新たに桁を加え、これを梁間として小屋組を載せているため、上屋の範囲が拡大

している。また、図-2には、各々の屋根形式において、扱首尻または小屋束下端（これらを併せ以下、小屋組下端と呼ぶ）の立つ位置を例示した。調査住宅においては、草葺時に扱首台であった「うす梁」が屋根替え時にも残り、屋根替え後または当初から瓦葺において小屋束を受けている場合がある。本研究では、こうした「うす梁」の働きにおいて架構法の変化が端的に表れると考え、これを小屋荷重を受ける軸組部材に含めて分析する¹⁰⁾。

本研究では、図-2に示したような小屋組下端の各点ごとに小屋荷重が経路する軸組部材を考えるものとし、小屋組自体の構成上の相違を考慮外とする。ゆえに、上屋と主架構の範囲の相違による「すや」と「まえいえ」、および、小屋組下端の位置の相違による草葺、屋根替え住宅、当初からの瓦葺の各形式を比較の対象とする。なお、「あづまや」と「ひらや」については、棟方向および小屋構面の形状は異なるが、本研究の着眼点である小屋束の位置と軸組部材との対応関係において同等に扱うことができるため、以下の分析において「あづまや」と「ひらや」の区別を行わないものとする。

分析の手順を述べると、まず、単位架構における小屋組下端の位置を、桁との関係から分類する。次いで、桁回りにおいて小屋組を支持する部材とその下部の軸組内部の部材構成から、小屋荷重の伝達経路の類型を抽出し、各層における経路部材数を数値化する。最後に、調査住

宅における荷重経路の分布を屋根形式ごとに求め、全体架構における軸組と小屋組の年代変化の傾向を考察する。

3. 小屋組の位置の分類と荷重経路の類型化

(1) 用語の定義

図-3に示すように、軸組における高さの区分として、軸組上端の桁回り、「ひらもの」あるいは胴差のかかる胴差回り、および両者の中間の軸組中層の3層を定め、これらを下方から層区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲとする。また、軸組の基本的な構成要素として、隅柱、桁のほか、各層区分における梁組の構成を水平構面H₁、H₂、H₃、および四周の側面の部材構成を垂直構面Vと定め、これらを併せて軸組構成要素と呼ぶ。図に示すように、「まえいえ」では、軸組中層の水平構面H₂が側方に張り出し、桁回りの水平構面H₃よりもその範囲が広がっている。

なお、「まえいえ」における側桁は、小屋組の主体部分を直接受けておらず、その下方にあって「さしもの」を通じて間接的に荷重を受けているため、桁とは見なさないものとする¹¹⁾。また、本研究では、垂直構面の働きを、隅柱に支持されていない桁、および水平構面H₁、H₂の部材端を支持するものと考え、両端が隅柱に支持されている桁との関係は考慮しないものとする。なお、調査住宅において、水平構面H₁は、もっぱら2階床の下地として働き、小屋荷重の経路になっていないので、本研究では、垂直構面と水平構面の間に生ずる荷重経路としては、軸組中層の水平構面H₂を経由したもののみを扱う。

図-4には、単位架構の構成要素に属する軸組部材を挙げ、また、これらの部材の配される層区分を示すとともに、各部材を記号により略記した。水平構面には、「さしもの」、「うす梁受け」、「うす梁」が属し、垂直構面には、隅柱間に立つ中間柱、「ひらもの」、部屋境の「さしもの」、および「まえいえ」における側桁が属する。このほかに、単位架構の内部に立つ独立柱が考えられるが、調査住宅には見られなかった。

図-3 単位架構における層区分と軸組構成要素

部材名称	隅柱	桁	水平構面 H			垂直構面 V				独立柱
			「さしもの」	「うす梁受け」	「うす梁」	中間柱	「ひらもの」	部屋境の「さしもの」	側桁	
模式図										
当該層区分	—	Ⅲ	ⅡまたはⅢ	Ⅲ	Ⅲ	—	Ⅰ	Ⅱ	—	—
略示	C	G	B ₂ または B ₃	S	J	C'	B ₁	B ₂	—	C''

図-4 軸組部材の分類

(2) 小屋組下端の位置の分類

図-5には、「すや」と「まえいえ」における単位架構と、小屋組下端の位置を示した。1は「すや」に対応し、上屋と主架構の範囲が一致する場合、2および3は「まえいえ」に対応し、上屋範囲に対する主架構の張り出しが一方および二方向の場合を示している。図-6には、図-5において想定される小屋組下端と桁との位置関係の種類を、桁よりも下方の軸組部材の支持形式を考慮して分類した。すなわち、小屋組下端の位置には、桁隅、桁筋、桁内の3種が考えられ、小屋組下端が桁隅に位置する場合のうち、隅柱上に位置する場合を α 、垂

直構面上である場合を α' 、軸組中層の水平構面上である場合を α'' とする。また、小屋組下端が桁筋に位置する場合のうち、桁の両端が隅柱に支持されるものを β 、桁の片端が隅柱に支持されるものを β' 、桁の両端が隅柱に支持されないものを β'' とする。一方、小屋組下端が桁内にあれば、図-5の1~3のいずれの場合も水平構面 H_3 に支持されるので γ は一種類の分類とする。

図-6には、各々の分類において、軸組の構成要素 G 、 H_2 、 H_3 、 V 、 C のうち、小屋荷重の経路するものを示している。なお、柱頭にかかる荷重については、その頂部に水平材が載っている場合を、柱の頂部に直接荷重

図-5 単位架構における小屋組下端の位置

記号	α	α'	α''	β	β'	β''	γ
小屋組下端の位置	桁隅			桁筋			桁内
	隅柱上	垂直構面上	軸組中層の水平構面上	桁の両端が隅柱	桁の片端が隅柱	桁の両端が隅柱以外	
小屋荷重が経路する軸組構成要素	C	V, C	H_2, V, C	G, C	G, V, C	G, H_2, V, C	G, H_2, H_3, V, C
該当する屋根形式	「すや」	草葺	○	○	○		○
	瓦葺	○		○			
	「まえいえ」	草葺	○	○	○	○	○
	瓦葺	○	○	○	○	○	○
模式図							

図-6 小屋組下端の位置の分類

がかかる場合と同等に見なす。すなわち、図-5の桁隅 α は隅柱の真上に位置しているので、小屋組下端は桁の上に載っているが、荷重は桁を経由せず、隅柱に直接伝わるものとする。また、図-6には、各分類について「すや」、「まえいえ」の各々における、草葺、瓦葺の

対応を模式図とともに示した。すなわち、草葺の「すや」では、扱首尻は必ず桁上に載るので α 、 β が対応し、草葺の「まえいえ」には、扱首尻が主架構の張り出した側の桁上に位置するので α' 、 α'' 、 β'' の3分類が対応することになる。瓦葺の「すや」には、主架構の張り出

小屋組下端の位置	桁隅			桁筋			桁内		
	α	α'	α''	β	β'	β''	γ		
軸組中層の荷重経路									
	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
経路となる水平材なし									
	$\frac{C}{(0,0,0,0)=0}$	$\frac{C'}{(0,0,0,1)=1}$	$\frac{C''}{(0,0,0,1)=1}$	$\frac{G}{(1,0,0,0)=1}$	$\frac{G-C'}{(1,0,0,1)=2}$	$\frac{G-C''}{(1,0,0,1)=2}$	$\frac{B_3}{(2,0,0,0)=2}$	$\frac{S}{(2,0,0,0)=2}$	$\frac{J}{(3,0,0,0)=3}$
中間柱	---	---		---	---				
			$\frac{B_2-C'}{(0,1,0,1)=2}$			$\frac{G-B_2-C'}{(1,1,0,1)=3}$	$\frac{B_3-B_2-C'}{(2,1,0,1)=4}$	$\frac{S-B_2-C'}{(2,1,0,1)=4}$	$\frac{J-S-B_2-C'}{(3,1,0,1)=5}$
胴差回りの水平材→隅柱	---			---					
		$\frac{B_1-C}{(0,0,1,0)=1}$	$\frac{B_2-B_1-C}{(0,1,1,0)=2}$		$\frac{G-B_1-C}{(1,0,1,0)=2}$	$\frac{G-B_2-B_1-C}{(1,1,1,0)=3}$	$\frac{B_3-B_2-B_1-C}{(2,1,1,0)=4}$	$\frac{S-B_2-B_1-C}{(2,1,1,0)=4}$	$\frac{J-S-B_2-B_1-C}{(3,1,1,0)=5}$
軸組中層の水平材→隅柱	---			---					
		$\frac{B_2-C}{(0,1,0,0)=1}$	$\frac{B_2}{(0,2,0,0)=2}$		$\frac{G-B_2-C}{(1,1,0,0)=2}$	$\frac{B_3-B_2}{(1,2,0,0)=3}$	$\frac{B_3-B_2}{(2,2,0,0)=4}$	$\frac{S-B_2}{(2,2,0,0)=4}$	$\frac{J-S-B_2}{(3,2,0,0)=5}$

部材略示 G: 桁 B: 「さしもの」, 「ひらもの」, 側桁 S: 「うす梁受け」 J: 「うす梁」 C: 隅柱 C': 中間柱 C'': 独立柱 B_3, B_2, B_1 は各々, Bが桁回り, 軸組中層, 胴差回りにかかる場合を示す。

小屋荷重の経路部材数 $(n_3, n_2, n_1, n_0) = n$; $n = n_3 + n_2 + n_1 + n_0$ [$n_3 = 0, 1, 2, 3$; $n_2 = 0, 1, 2$; $n_1 = 0, 1$; $n_0 = 0, 1$]
 n_3 : 桁回りの経路部材数, n_2 : 軸組中層の経路部材数, n_1 : 胴差回りの経路部材数, n_0 : 中間柱への経路部材数

図-7 荷重経路の類型化

しない α , β , γ が対応する。また、屋根替え後の瓦葺の「まえいえ」には、図のすべての分類が対応し、とくに、 α , β においては、草葺時からの部位aと、屋根替え後の部位b, cが考えられる。なお、 β には、主架構の張り出しが一方方向の場合と二方向の場合の両方が考えられるが、ともに、上屋根を水平構面H₂が支持している点で同様である。以下の分析では図の最上段の*を付した模式図に示す形式を各分類の略示とする。

(3) 小屋荷重の伝達経路の類型化

図-7には、横方向に、軸組上端と小屋組の関係、図-6に示した小屋組下端の位置と、小屋組下端を直接支持する桁回りの部材により分類した。また、縦方向には、軸組中層以下の部材構成を、小屋荷重を伝えるために有効な水平材の有無と小屋荷重が最終的に経由する部材により分類した。すなわち、縦方向のiには、荷重が桁回りから直接柱に伝えられるものを配し、ii~ivには、荷重伝達のために水平材が用いられているものを配している。このうち、iiは、中間柱に荷重が伝えられるもの、iiiは、胴差回りに入った水平材から隅柱に荷重が伝えられるもの、ivは、軸組中層の水平材から隅柱に荷重が伝えられるものである。

また、図-7には、縦横の分類に該当する部材構成を模式図により示した。すなわち、これらのタイプの配置は、軸組における小屋荷重の伝達経路を、横方向における小屋組と軸組上端の関係、縦方向における軸組内部の構成の両軸により系統的に表現したものであるといえる。さらに、図-7には、各類型における小屋荷重の経由部材を軸組の各高さごとに略号で表示し、その部材数により数量化した。すなわち、桁回りの水平材(n_3)、軸組中層の水平材(n_2)、胴差回りの水平材(n_1)の3層および、胴差回りよりも下部に位置する隅柱以外の柱(n_0)の4区分について経由部材数を示し、それらの和を併記した。なお、調査住宅においては n_0 には中間柱のみが相当する。 n_3 の最大値は、「うす梁」、「うす梁受け」、桁を経由する3、 n_2 の最大値は、軸組中層の水平構面上の「さしもの」と、垂直構面上の部屋境の「さしもの」または側桁を経由する2、 n_1 の最大値は、「ひらもの」を経由する1、 n_0 の最大値は、中間柱を経由する1である。各タイプの配列については、経由部材の総数が図の左上から右下に向かい次第に増すように並べており、図の左上の(0, 0, 0, 0)を、最も単純に荷重を伝える形式すなわち隅柱以外に経由部材のない形式、図の右下の(3, 2, 0, 0)を、最も経由部材が多く、かつ経由部材が上方に集まっている形式としている。

図-7における各類型について、横方向の並び方を軸組と小屋組の関係から見れば、右方ほど荷重を側方に分

散させるために経由部材が多くなっており、小屋組下端の位置の恣意性に対応する構成であるといえる。また、図の縦方向の各類型の並び方を軸組架構の開放性から考えれば、最上段のiの列の架構は、上方へは開放的であるが、小屋組下端の位置により、側方への開放性が影響を受ける構成である。すなわち、上屋と主架構が範囲の等しい α , β , γ では、荷重を桁から柱に伝えることができるので、側方への開放性を確保できるが、上屋と主架構の範囲が一致しない他のものでは、中間柱、独立柱が立つために、側方への開放性が妨げられる。ゆえに、iの列に属する軸組は、小屋組への依存性の強い架構形式であるといえる。これに対して、ii以下の列では、軸組中層以下に配された水平材に一旦荷重を伝えるため、上方への開放性はiの列に比べて低くなるが、側方への開放性については、軸組中層以下に伝えられた荷重を、単位架構の境界のどの高さで処理するかにより、上屋と主架構の範囲の相違とは無関係に開放の度合を選択することができ、軸組の部材構成が小屋組との関係から独立しているといえることができる。

4. 調査住宅における架構の変化過程

(1) 分析方法

図-8は、調査住宅における小屋組下端の配置を桁回りの伏図により例示したものであり、小屋組下端の位置(以下、荷重点と呼ぶ)には、桁隅、桁筋、桁内のものが並存している。以下、これらの荷重点からの荷重が全体として軸組の各部材にどのように経由されるかを、各点ごとに、その荷重の伝えられる経路の割合を設定して分析をすすめる。分析の前提として、一荷重点から伝わる荷重は、その荷重点が位置する単位架構の範囲内に伝わるものと仮定する。また、分析対象については、桁隅、桁筋、桁内の選択性の生じうる小屋組内部の荷重点を扱うものとする。ゆえに、内部の小屋組とは独立して立ち上がっていると見なされる瓦葺の妻面の小屋組構面、たとえば図-8における1通りおよび6通りの荷重点は分析対象から除外した。ただし、草葺の妻側の扱首尻については、屋根形状が入母屋であるために妻側の扱首が内部の小屋組構面とつながっている(図-1参照)ので、これは分析対象に含めた。

図-9には、単位架構の部材構成を例示し、荷重点p, q, rの各々について、その荷重経路と、図-7に示した各類型に該当する経由部材数を示した。この際、水平材が交差している場合、その交点にかかる荷重は両水平材に伝わるものと見なした。また、水平材の上に立てられた束については、柱のように独立して荷重を受ける部材とは異なり、水平材と一組になって荷重を伝えるものと考え、荷重経路の部材数に含めないものとした。

ついで、各々の経路部材数を、荷重の到達する単位架構の辺数により係数を設定して併記した。これは、単位架構の一边すなわち隅柱間のスパンに、小屋組の支持部材がどのような形式で入るのかということが、軸組の空間構成に与える影響を端的に示しうると考えたためである。すなわち、図の p の荷重は、隅柱一部材のみに伝えられるので係数を1とし、 q の荷重は、軸組中層Ⅱの片方向に配された「さしもの」 B_2 により、単位架構の対辺 q_1 、 q_2 に伝えられるので、係数を1/2とする。また、 r の荷重は、軸組中層Ⅱの両方向に配された「さしもの」 B_2 により、単位架構の四辺 $r_1 \sim r_4$ に伝えられるので、各辺の係数を1/4とする。ただし、図の r_2 のように、単位架構の一边に到達する荷重を複数の異なる部材が負担する場合には、当該する部材数によりさらに係数を配分するものとする。以下、この係数を経路係数と呼び、経路係数と経路部材数の積和 n_p 、 n_q 、 n_r を小屋組下端1箇所の経路部材数と定める。

以下、図-9の要領にしたがい、調査住宅における小屋荷重の経路を、小屋組下端1箇所あたりの平均値により分析する。これは、軸組に分散する荷重経路を、荷重経路の起点となる小屋組下端を基準とした割合に置き換えたものである¹²⁾。まず、図-7において抽出した各類型への対応がどのような割合で分布しているか、次いで、軸組の各高さにおいて平均的にはどの程度の経路部材数になっているか、の二点について、各棟ごとに数値化し、屋根形式ごとに年代変化の傾向を述べる。

(2) 荷重経路の分布による分析

図-10には、調査住宅の各棟について、図-7に示した各類型に対応する荷重点ごとの経路係数を振り分け、その累積値を小屋組下端の総数で除した比率を示し、これらを屋根形式ごとに分けて年代順に配した。すなわち、図-10は一棟の架構における荷重経路の種類の多寡とその割合を表現したものであるといえる。たとえば、線分が各欄の横方向いっぱいにつけられている場合には、一棟の架構の荷重経路が、すべて当該する類型の示す形式になっていることを示し、また、各欄に線分の分散しているものは、一棟のなかで多様な荷重経路が生じていることを示している。

図-10では、図-7における類型の該当しない欄を除いたうえで、屋根形式ごとに、図-6に示される部材構成上該当する領域を示している。すなわち、①に示す草葺の「すや」において対応可能な領域は、扱首尻が桁上に位置する制約から、 αG 、 βG の列に限定され、②に示す屋根替え後の「すや」では、桁内に配される「うす梁受け」、「うす梁」の上にも小屋束が立つことが可能になるので、 γS 、 γJ の列が加わる。また、③に示す当初からの瓦葺の「すや」では、桁回りに「さしもの」

をかけるものが現れているので、 γB の列がこれに加わる。④に示す草葺の「まえいえ」では、 $\alpha' G$ 、 $\alpha'' G$ 、 $\beta'' G$ の列が対応し、⑤に示す屋根替え後「まえいえ」では、 γB 以外のすべての列が対応可能である。

このような、屋根形式による荷重経路の対応可能な領域のなかで、調査住宅に実際に見られた荷重経路の分布がどの程度の割合であるかに注目し、以下、屋根形式ごとに考察する。

図-8 小屋組下端の配置例

荷重点	荷重経路	経路部材数 (0, 0, 0, 0)	経路係数
p	C	(0, 0, 0, 0)	1
q	$q_1: \begin{matrix} S-B_2-B_1 \cdots C \\ G \cdots \cdots C \end{matrix}$	(2, 1, 1, 0)	$\frac{1}{2}$
	$q_2: \begin{matrix} S-B_2 \cdots C' \\ G \cdots \cdots C \end{matrix}$	(2, 1, 0, 1)	$\frac{1}{2}$
	$r_1: \begin{matrix} J \\ S-B_2 \\ B_2 \cdots C \\ G \cdots \cdots C \end{matrix}$	(3, 2, 0, 0)	$\frac{1}{4}$
r	$r_{21}: \begin{matrix} J \\ S-B_2 \cdots C' \\ G \cdots \cdots C \end{matrix}$	(3, 1, 0, 1)	$\frac{1}{8}$
	$r_{22}: \begin{matrix} J \\ S-B_2-B_1 \cdots C \\ G \cdots \cdots C \end{matrix}$	(3, 1, 1, 0)	$\frac{1}{8}$
	$r_3=r_1:$	(3, 2, 0, 0)	$\frac{1}{4}$
	$r_4=r_{21}:$	(3, 1, 0, 1)	$\frac{1}{4}$

小屋組下端1箇所の経路部材数 n_p, n_q, n_r

$$n_p = (0, 0, 0, 0)$$

$$n_q = \frac{1}{2} \times (2, 1, 1, 0) + \frac{1}{2} \times (2, 1, 0, 1) \\ = (2, 1, 0.5, 0.5)$$

$$n_r = \frac{1}{4} \times (3, 2, 0, 0) + \frac{1}{8} \times (3, 1, 0, 1) + \frac{1}{8} \times (3, 1, 1, 0) + \frac{1}{4} \times (3, 2, 0, 0) + \frac{1}{4} \times (3, 1, 0, 1) \\ = (3, 1.5, 0.125, 0.375)$$

図-9 小屋荷重の経路部材数の計算方法

草葺の「すや」では、どの家屋においても、小屋組下端を桁隅で受ける αG と、桁筋で受ける βG がほぼ同様の比率で分布している。屋根替え後「すや」では、桁内で小屋組を支持しているものは少なく（8棟のうち γS に相当する2棟のみ）、当初から瓦葺の「すや」では、屋根替えした「すや」とは異なり、荷重経路が桁内 γB 、 γS 、 γJ の各欄に広く分布しており（桁隅、桁筋だけで小屋束を受けているのは23棟中1棟のみ）、これらの例では、「うす梁」の成が草葺のそれに比べ増しているものがあつた¹³⁾。また、当初から瓦葺の「すや」においては、年代が下ると γB 、すなわち桁内の「さしもの」により小屋束を受けるものが増えており、とくに、 γB と i の対応が多くなっている。この形式は、図-7の模式図に示すように、桁回りの「さしもの」の下方の部材を小屋組からの制約を受けずに構成することができ、それゆえ軸組内に2層の空間を得ている。しかも、「うす梁受け」、「うす梁」による構成 γS 、 γJ と i の対応にくらべ、部材断面の大きな¹³⁾「さしもの」を用いていることも小屋組の支持において合理的であるといえる。ゆえに、この γB と i の対応は、軸組内に2層の空間を獲得する実利と、小屋組を有効に支持するための架構の合理性が両立した形式であると考えられることができる。

一方、草葺の「まえいえ」において、桁を直接柱で受ける i の列のものが少なく、大部分が小屋組下端を水平材で受ける形式 ii 、 iii 、 iv になっていることは、図-7を参照すれば、軸組中層以下に水平材を設けることにより、上屋と主架構がずれた部分での柱立ちを回避しているということであり、むしろ、年代により、 ii から iv への移行、すなわち、軸組中層の梁組を経た荷重を受ける垂直構面の部材の高さが上方に変化する傾向が見られ、単位架構の境界の側方への開放性を高めてゆく段階であるといえることができる。なお、「まえいえ」の屋根替え後については、部材構成上の対応可能な領域に偏りなく広く分布しており、とくに顕著な傾向は見られない。

(3) 荷重経路の高さによる分析

図-11には、図-9で設定した小屋組下端一箇所の經由部材数の総和を、小屋組下端の総数で除した値、すなわち、桁回り、軸組中層、胴差回りの3層の水平材、および中間柱の計4区分における平均的な小屋荷重の經由部材数を平均經由部材数(N_3 、 N_2 、 N_1 、 N_0)と定め、各棟ごとに年代に対応させ、屋根形式ごとに、すなわち、草葺、瓦葺の相違および「すや」、「まえいえ」の相違により区別して示した。

図-11から、小屋荷重が軸組の各層の部材にどの程度の割合で経由しているのかについて、以下、屋根形式ごとに年代変化の傾向を述べる。

草葺では、図-11で「すや」（図中の●）、「まえい

①「すや」, 草葺時 (8棟)

	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
i									
ii									
iii									
iv									

②「すや」, 屋根替え後 (8棟)

	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
i									
ii									
iii									
iv									

③「すや」, 当初から瓦葺 (23棟)

	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
i									
ii									
iii									
iv									

④「まえいえ」, 草葺時 (7棟)

	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
i									
ii									
iii									
iv									

⑤「まえいえ」, 屋根替え後 (4棟)

	αG	$\alpha' G$	$\alpha'' G$	βG	$\beta' G$	$\beta'' G$	γB	γS	γJ
i									
ii									
iii									
iv									

当該類型に対応する割合 0 100%
 類型の該当しない領域
 部材構成上対応しない領域

図-10 調査住宅における荷重経路の分布

え」(図中の■)ともに、年代にかかわらず、桁回りの水平材の平均経由部材数 N_3 は1以下となっている。これは、両者ともに、竣工当初は扱首尻を桁で受ける形式であるため、荷重経路が、隅柱上で直接荷重を受ける場合(この場合は桁回りの経由部材数 $n_3 = 0$)か、または桁を経由し隅柱に荷重が伝えられる場合(この場合は桁回りの経由部材数 $n_3 = 1$)のいずれかであるため、これらの組み合わせとして一棟の架構の平均値 N_3 が0と1の間の値を示すことによっている。なお、このことは、図-7において、桁隅、桁筋の全類型に共通して桁回りの水平材の経由部材数 n_3 が1以下となっていることにも表れている。

そこで、草葺における「すや」、「まえいえ」の軸組中層以下の経由部材数 N_0 、 N_1 、 N_2 の値の年代変化

を見ると、まず、草葺時の「すや」では、図-11で N_0 、 N_1 、 N_2 の値がすべて0となっている。このことは、草葺における扱首尻が、すべて柱頭をつなぐ桁通りに位置するため、軸組中層以下に小屋組の支持部材がなくとも、桁と隅柱による簡素な構成で小屋組が支持されていることを示している。

つぎに、図-11において草葺の「まえいえ」の変化を見ると、「まえいえ」が竣工した江戸中期から明治期にかけては N_0 の値が減じ、 N_1 、 N_2 の値が増加する傾向が見られる。「まえいえ」の部材構成においては、 N_0 、 N_1 、 N_2 の値は、桁を経由した荷重が、その下方に張り出した軸組中層の水平材に伝えられた後、側方に立ち上がる垂直構面のどの高さを経由するかにより異なってくる(図-5において「まえいえ」を表した2,3の架構図を参照)。したがって、草葺時の「まえいえ」は、江戸中期において軸組中層の水平材から中間柱に多く伝えられる形式であったものから、次第に中間柱の割合が減じ、より高い層の部材に置き代わってゆく傾向が見られる。これは、軸組中層の水平材を保持しながら、側方へ空間を開放してゆく過程を示しているといえる。

一方、瓦葺については、屋根替え住宅(図-11の○、□)では、桁回りの水平材の平均経由部材数が草葺時に比べ、それほど増していない(12棟のうち N_3 が1を超えているものは3棟のみ)。これに比べ、当初からの瓦葺では、屋根替え住宅よりも荷重の経由する桁回りの水平材が多くなっている(23棟のうち N_3 が1を超えているものは18棟)。 N_3 が1を超えるということは、小屋束が桁以外の部材の上に立ち、当該部材と桁との少なくとも2部材を小屋荷重が経由するものが現れていることを意味している。すなわち、屋根替え時には、草葺の小屋組に対応した軸組構成のままで小屋組が取り替えられたので、草葺時に小屋荷重を受けていなかった桁内の部材の上には小屋束を立てにくかったということが推察される。

また、当初からの瓦葺(図-11の△)については、明治後期から昭和前期にかけては、桁回りの水平材の平均経由部材数とともに他の層の平均経由部材数が多いものも現れている。これに対して、昭和後期の当初からの瓦葺では、桁回りよりも下方の経由部材は著しく減っている。このことから、当初からの瓦葺では、小屋荷重を軸組の最上部で受けたのち、その下方にも梁組を配した重層的な構成とするか、あるいは、その下方を開放し、空間の上方への自由度を得るかという点において架構形式の選択がなされていると見ることができる。

図-11を全体として見れば、草葺、瓦葺のいずれにおいても、年代により、 N_0 、 N_1 、 N_2 すなわち中間柱および胴差回り、軸組中層の水平材による支持が次第に減じ、 N_3 すなわち桁回りの水平材により小屋組を支持

図-11 調査住宅における荷重経路の高さの年代変化

する場合が多くなっている。このことは、小屋荷重が、軸組のより高い位置の部材に伝えられるようになったことを意味している。

以上から、調査住宅における荷重経路は、年代的に次第に軸組の上層に移行する傾向が認められるということができ、これに伴う軸組と小屋組の関係は、初期の草葺における、軸組中層以下の諸部材に多くを負った形式から、竣工当初草葺のものでは、屋根替えによる変化を含めても、側方への空間の自由度を得る過程を示すにとどまったといえるが、当初からの瓦葺においては、各層における梁組の配置の多様さが、上方への空間の自由度の確保を可能にしたといえることができる。

5. まとめ

本研究では、石川県鹿西町周辺の木造住宅において、小屋組下端と桁の位置関係および軸組内部の部材構成に着目して軸組を伝える小屋荷重の伝達経路を類型化し、一棟の家屋における軸組と小屋組の関係を、荷重経路の選択のしかたと、軸組の各層の平均的な経由部材数により数量的に表現することができた。

その結果、屋根形式ごとに、部材構成上可能性のある荷重経路の種類のなかで、調査住宅の選択した形式の範囲およびその割合を明らかにした。また、各層における平均的な荷重経路については、年代的に、軸組の上層に移行する傾向が認められ、これに伴う草葺の変化は、屋根替えによる小屋組の変更を含めても、側方への空間の自由度を得る過程を示すにとどまったのに対して、当初からの瓦葺のものでは、軸組構成を重層的な梁組とするか、上方への空間の自由度を確保するかの選択が可能であるような、各層における梁組の配置の多様さが生じていることがわかった。

今後は、他地域における住宅架構を、本研究において提示した分析方法に照合し、その有効性を探っていきたい。

注

- 1) 鹿西町の能登部下、徳丸、能登部上、西馬場の4地区を中心に、羽咋、七尾、鹿島、高浜などの周辺地域を調査対象とした。
- 2) 本研究の「さしもの」は、文献2)の「差しもん」：②の『石川県能登地方の民家において、茅葺き屋根の小屋梁を示す呼称』に相当し、通常「さしもの」と呼ばれる差鴨居とは異なる部材である。
- 3) 実測調査については、昭和59年度文部省科学研究費総合A（代表・内田祥哉）により行ったものに、筆者らの追加調査により、資料を加えたものである。
- 4) 文献2)
- 5) 文献1)によれば、上屋は、『合掌や小屋梁を支えている

主体構造を指す呼称』とされている。本研究では、単位架構の占める範囲と区別するために、小屋組部材が部材構成上連続的に占めている範囲とする。ゆえに、草葺における追扱首の占める部分や、瓦葺で外観上屋根が下屋とつながっていても構成部材が継いである場合は、上屋とはみなさない。

- 6) 文献1)では、桁を、外廻りの柱またはこれに代る束に支持され、垂木を受けている水平材を指すものとしているが、本研究では、垂木を受けていない「地の桁」、「中桁」についても、柱頭をつなぐ配置や、材の断面形状が一般の桁と同様であることから、側桁とともに桁として広義に扱うものとする。
- 7) 本研究上の仮の呼称。「うす梁」を受ける、の意から。現地での呼称はとくにない。
- 8) 文献1)によれば、『富山県東砺波群地方や石川県能登地方などの農家において屋根裏室の床となる簀子を敷くために架ける横架材の呼称』を、うす梁としている。
- 9) 文献1)によれば、能登地方では、前者を「素家^{すや}建て」、後者を「真家^{まいえ}造り」と称するとされている。現地では、後者を「まえいえづくり」と呼ぶが、前者の呼称はとくになかった。本研究では、できるだけ現地の呼称を用い、「すや」、「まえいえ」と呼び分けるものとした。
- 10) 「うす梁」を小屋束の支持材として用いた例は、38棟中6棟（屋根替え後が1棟、当初からの瓦葺が5棟）であり、当該する事例は少数であるが、草葺時に小屋荷重を受けていなかった「うす梁」が、瓦葺においては小屋組を受ける部材としてその働きが転じている可能性を考慮する意図により、分析範囲に含めた。
- 11) 一般的に上屋・下屋からなる架構では、下屋梁が用いられることにより、屋根荷重が側桁を起点として下部に伝えられる場合も考えられるが、調査住宅においては図-3に示した架構の範囲から下屋梁が外側に張り出す事例が認められなかったため考慮しなかった。この点に関しては、今後他の地域の架構との比較において分析方法を検討するものとした。
- 12) 本研究は、荷重の配分量を扱ったものでなく、荷重の分散する経路を扱ったものであるため、力学的な要素すなわち部材の断面、仕口、長さなどの要素を考慮外として、部材の位置関係としての傾向を示すことを意図している。
- 13) 「うす梁受け」の断面は5寸角程度で、「うす梁」は草葺のもので成2寸、幅5寸程度、当初からの瓦葺では明治期には草葺と同程度、大正期以降は、「うす梁受け」とさほど変わらない5寸角程度となっている。また「さしもの」は径8寸～1尺2寸程度の丸太を太鼓に落とし、幅6～8寸程度としている。

参考文献

- 1) 日本建築学会民家語彙集録部会編：日本民家語彙集解、1985.10
- 2) 財団法人文化財建造物保存技術協会編：重要文化財座主家住宅修理工事報告書、1974.11

(1993年7月7日原稿受理、1994年2月3日採用決定)