

原始・古代住居の温熱環境—入母屋小破風型（三殿台）

原 田 睦 夫*

The Thermal Environment of the Rebvilt Ancient House

—“SANDONODAI”—

Mutsuo HARADA

1. はじめに—“小穴”の温熱効果をさぐる

本調査報告は、居住実験により「原始・古代住居の温熱環境をさぐる」ための一連の実験成果の第2弾である。すなわち本研究は、各地で復元されている原始・古代住居内に実際に住まい、衣食住にわたってできるだけ当時の生活行動を想定復元することにより、住居内にどのような温熱状況が現出するのか、それは果して当時の人間の生命維持に適切であったのか、ひいては人間生活を支える住居の屋根構造の合理的構成はどのようなものであったのかを推定するための一環とし進められたものである。

全国各地で推定復元されている原始堅穴住居の屋根構成・形態にはいろいろなパターンがみられ、一番単純な、すり鉢を伏せたような「すり鉢無破風型」、大小の破風まどをつけた「入母屋型」（寄棟型としてもよい）、これに壁のついた「低周壁型」、あるいは周壁のない「切妻型」など、できるだけ原初的形態と考えられる屋根構成が試られているが、住居規模（床面積）や屋根の厚さにはそんなに大差がないことから、温熱的に重要な構成要素としてはやはり換気・通気・煙出し機能のための装置の有無とその大きさである。前回の居住実験で使用した「自由学園遺跡」復元住居は全く“窓のない”ものであった（横浜国立大学教育紀要 第二十四集 1984）。今回のものは屋根の頂部付近に左右2個の小さい開口部“穴”がついたものである。この“小穴”が果して温熱的にどのような効果を持っているのか、煙出し・採光効果はどのくらいあるのか、無窓住居とどうちがってくるのか。すなわちこの小さい“穴”が人間の生活にどのような意味を持つのか、その是非を比較検討することも今回居住実験の目的である。

* 家政学教室 (Dept. of Home Economics)

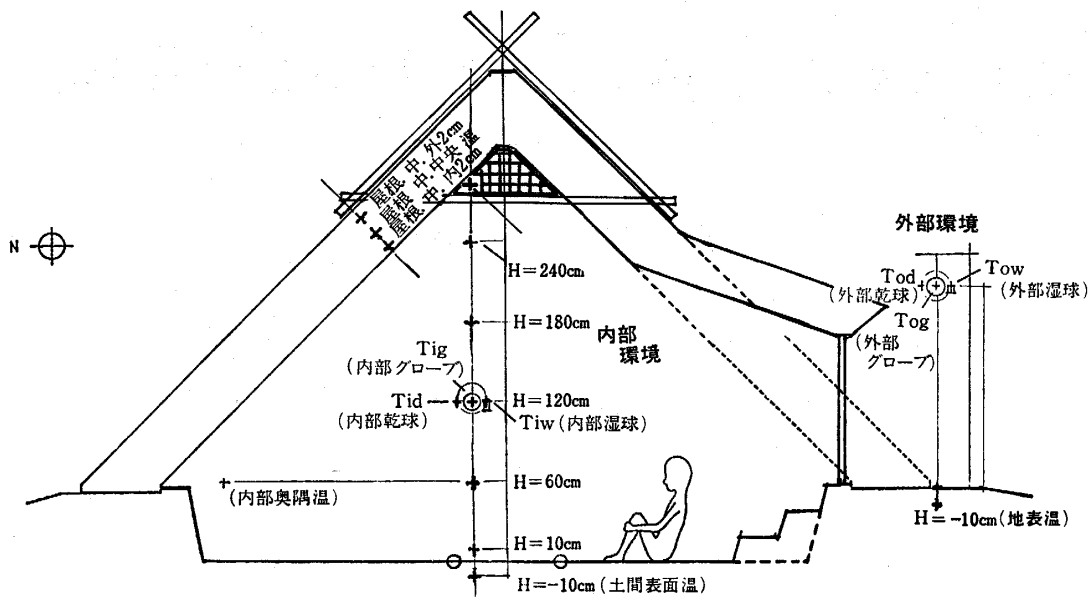


図 1

2. 居住実験の概要

<実験対象家屋>

今回の実験対象となった復元家屋は神奈川県横浜市磯子区岡村町の高台に所在する「三殿台遺跡」内のものである。同遺跡は考古学的にも社会教育施設としても全国的に知られているものの一つで、原始竪穴住居が3棟（縄文・弥生・古墳時代）復元されている。居住実験に使用したものはそのうちの一棟で、4本柱・隅丸方形プラン、規模は約20m²（4.5×4.5m）と標準的な広さである。竪穴の掘り下げ深さは0.7mほど、その土間面より天井までの高さは中央で最高3.4m。屋根上部に小さいながら三角破風で小まどが2つ設けられている（写真2参照）。屋根は茅ぶきでその厚さは40cm内外、地表面まで葺きおろされている。また出入口は南側に設けられている（見学施設という性格から特にドアなどは作られてないが、今回の実験ではここに厚手の麻布（ドンゴロス）を吊して内外遮断装備とした）。

<実験時期・期間>

実験年次は昭和59年。計5回の居住実験をおこない、春期（5月）・雨期（6月）・夏期（8月）・秋期（11月）、冬期（12月）、それぞれ昼夜連続48時間（まる2日間）の計測を行った。しかし開館日・休館日との関係など時間的制約があったため、春期～秋期実験は居住実験は初日の日中のみといった“非居住的”性格が強くなったことは否めない。但し、冬期実験においては文字通り48時間の居住実験をすることができ、貴重なデータを得ることができた。

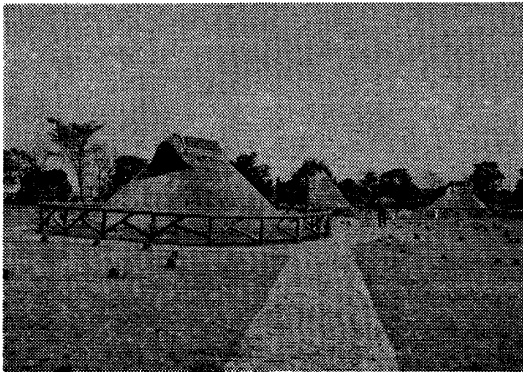


写真 1 三殿台遺跡
(三棟の復元住居がみえる)



写真 2 実験対象復元住居

<計測方法と計測項目>

本調査実験で使用した計測機器は主に横国大式環境体温計である。これは大変小型軽量で持運びの容易な記録装置である。計測したい4点も30秒・2分・5分・20分のうちのいづれかの間隔で767回にわたり同時側定・データ記憶が可能、これを持ちかえりインターフェースを介してパソコンでデータ処理するものである。今回の居住実験ではこれを4台使用した。すなわち、計測項目・計測点として、外部環境温 (H=150 cm の乾球温・湿球温・グローブ温, および H=-10 cm の外部地表温), 内部環境温 (H=120 cm の乾球温・湿球温・グローブ温, および H=-10 cm の土間温), 内部垂直温 (H=10 cm, 60 cm・180 cm・240 cm), および屋根温 (屋根中・内 2 cm, 屋根中・中央温, 屋根中・外 2 cm および破風口付近温) の計16点を設定し、それぞれ5分間隔で連続測定した (図1参照)。

3. 竪穴住居内外の温熱環境変動

周年5期にわたる居住実験の結果を、まず外部環境（乾球温—外気温、湿球温、グローブ温、および相対湿度）、内部環境（乾球温—室温、湿球温、グローブ温、および相対湿度）の48時間（5分間隔）の経時変動グラフで示す、なお図中には居住実験にともなう生活行動（主に炉火使用）状況も併記している。

<春期居住実験> 1984/5/8 10:00—5/10 10:00（次頁参照）

春期実験は2日とも快晴の暖かい天候となった。外部グローブ温は午前中に早くも35～40°Cまで上昇し、それにつれて外気温も27°C近くまで上昇している。夜間においてグローブ温が乾球温（外気温）よりも低くなる傾向は他の季節にも共通してみられる現象である。

内部環境変動では初日夕方までの炉火使用実験（「暖房実験」「貝類煮沸実験」）時に室温グローブ温のピークがみられる。2日目の昼間は非居住状態であるが内部環境は上昇している。これが昼間の屋根への日射熱量によるものか、屋根上部の破風口からの外気侵入による上昇かは不明である。

またこれも他期と共通した傾向であるが、概して竪穴住居内の相対湿度は高い。春期実験では昼間で70%前後、夜間ではこれが90%前後と多湿状態となっている。

<雨期居住実験> 1984/5/19 10:00—5/21 10:00（次々頁参照）

梅雨期における実験でてったが2日間とも雨に恵まれなかった。しかし梅雨期特有の高湿状態は現出されている。2日目の昼間曇ときどき晴の状況でこれは外部グローブ温の変動によくあらわれている。これにともない外気温も午後の3時前後を除けば低迷し、梅雨時のうす寒く湿っぽい状況をよく示している。

内部環境温（室温 H=60 cm・180 cm）は1日目の居住実験行動（「じゃがいも煮沸」「大火実験」）による上昇がみられるが「入口閉鎖」による非居住状態になった後は2日目昼間でも室温上昇はほとんどみられず緩やかな下降変動となっている。ここでも H=180 cm の計測点にかかわらず破風口からの外気侵入による内部環境への影響は見られない。もし破風口からの室温変動への影響が顕著であるとすれば、室温の変動は外気温のそれに相当同調したパターン（例えば日射による小きざみの上下変動）を呈するはずである。（なお、雨期実験における内部環境測定に関し初歩的ミスがあり、そのデータが得られなかった。従って図15のグラフでは室温として内部垂直温のうちの2点（H=60・180 cm）を緩用している。

春期実験 (1984/5/8 10:00—5/10 10:00)

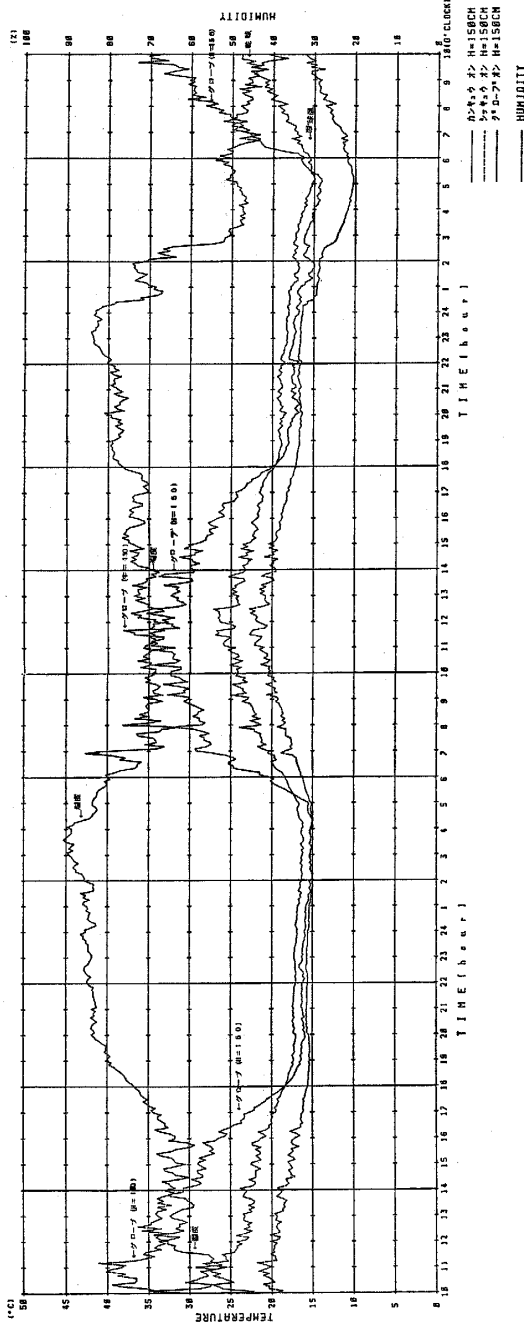


図2 外部環境温・湿度

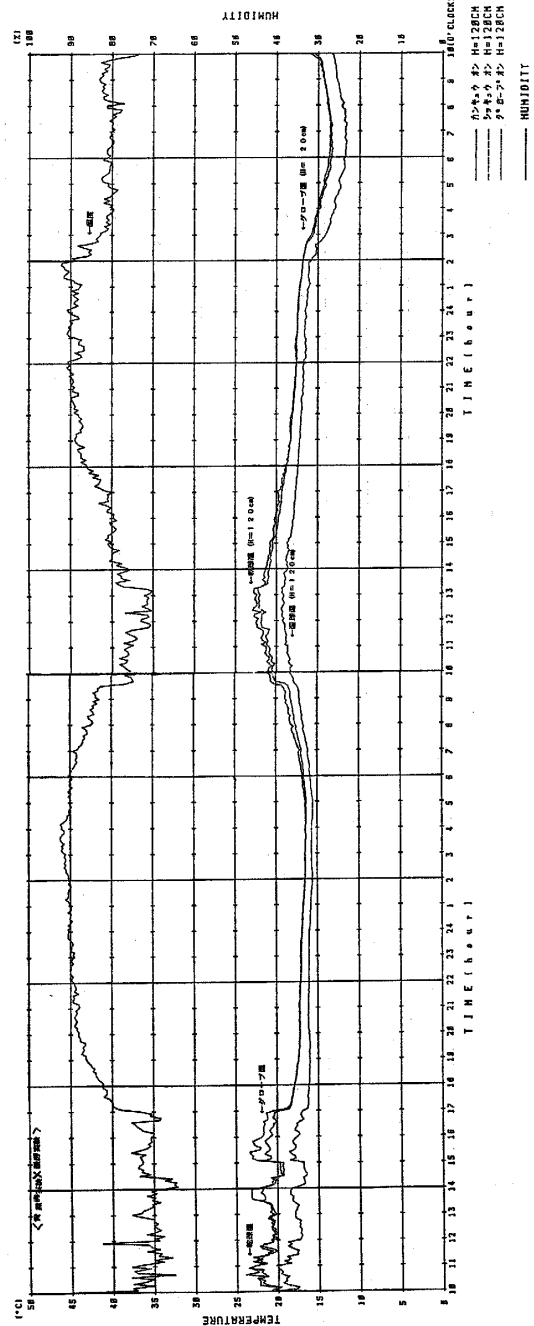


図3 内部環境温・湿度

雨期実験 (1984/6/19 10:00—6/21 10:00)

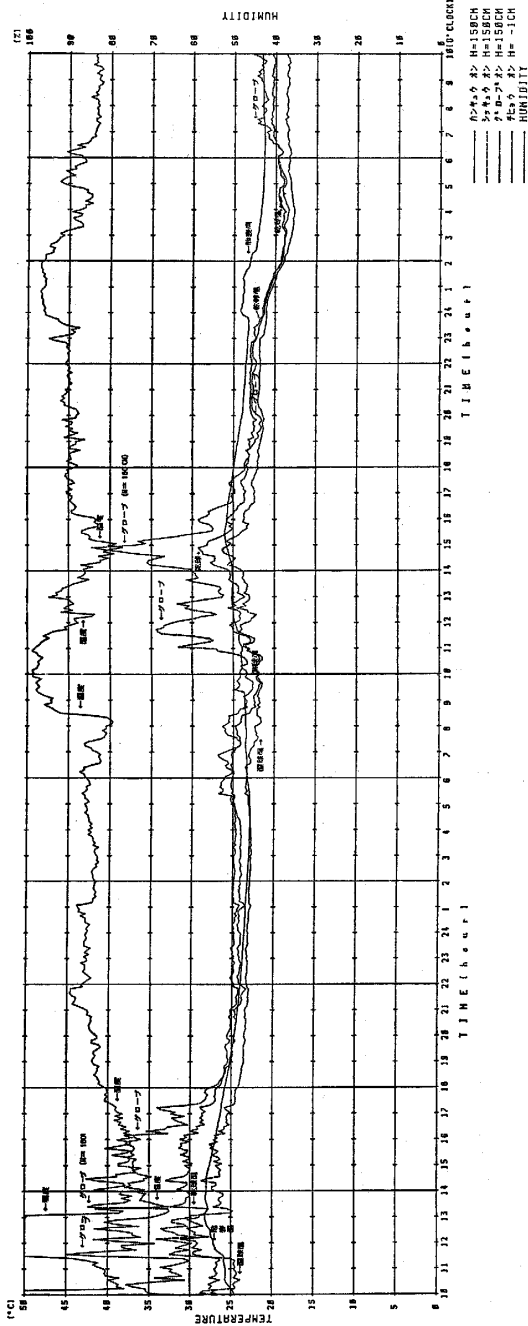


图4 外部環境温・湿度

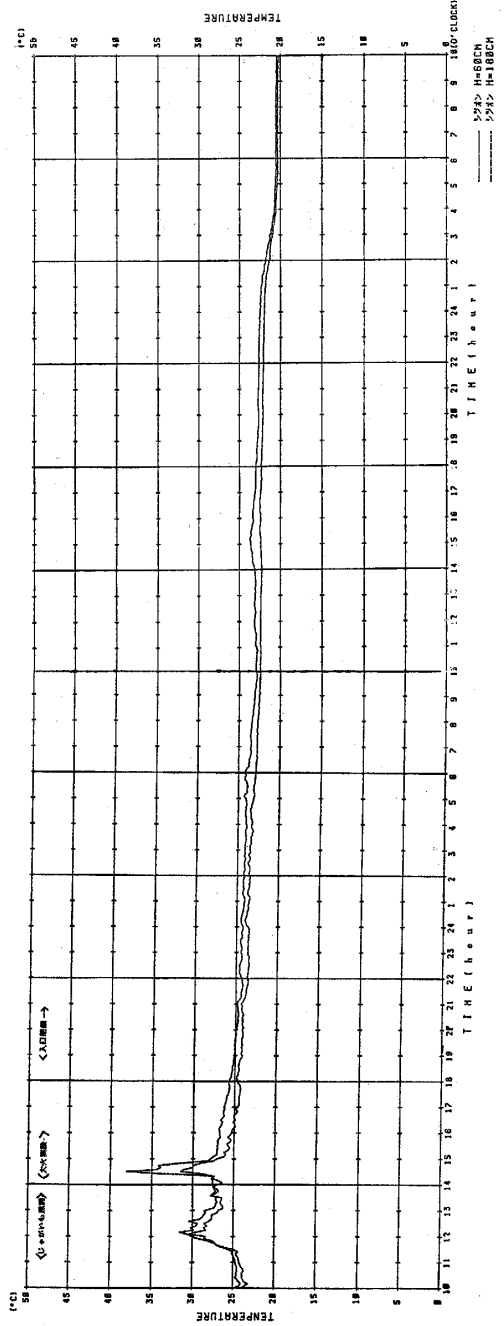


图5 内部環境温

夏期実験 (1984/8/7 10:00—8/9 10:00)

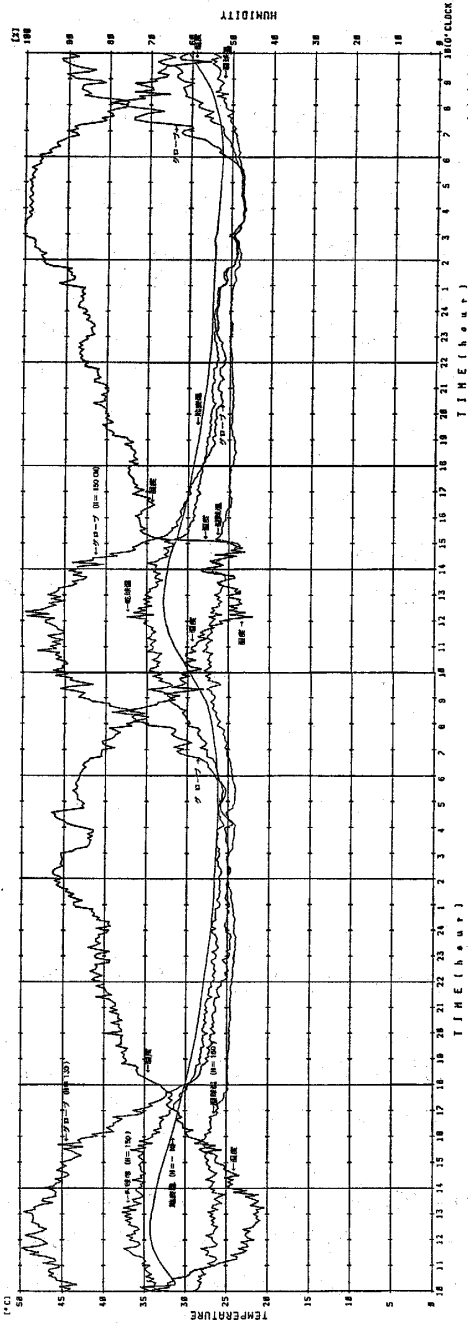


図6 外部環境温・湿度

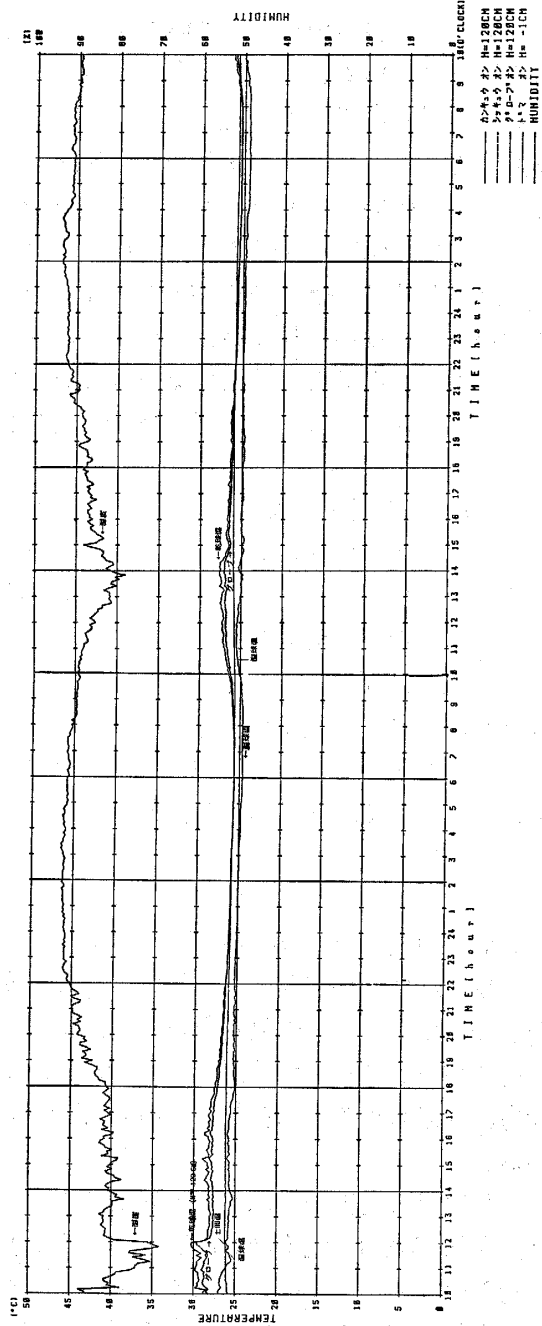


図7 内部環境温・湿度

<夏期居住実験> 1984/8/7 10:00—8/9 10:00 (前頁参照)

2日間とも晴天で夏らしい天候に恵まれた。日中外部グローブ温が 50°C 近くまで上昇し太陽輻射の強さを物語っている。これにともない外気温も 37°C 以上にまで達し夏の暑さを思わせている。

これに対し内部環境の変動はそんなに顕著にみられず、せいぜい初日の「入口開放実験」のときだけである。日較差も外気温の 14.0°C に対し室温の 2.3°C と内部環境は非常に安定していることがうかがえる。また外気温の最高 37.4° までの上昇に対し室温が 27.7°C までしか上昇せず 10°C ほどの内外差が得られていることから内部は“涼しい”と予想されるが相当に高湿(80% 台, 夜間で 90% 台)であることから居住条件として快適であるとは言い切れない。これは三殿台復元住居の屋根上部に設けられた程度の小まどでは通風の用をほとんどなさないことから理解できる。但し入口開放により高湿状態が 10%ほど改善されることが実験から知ることができる。

<秋期居住実験> 1984/11/6 10:00—11/8 10:00 (次頁参照)

初日は曇天であったが 2日目は文字通りの秋日和となった。日中の外気温は 2日目で 29°C 近くまで上昇するものの、夜間における低下も相当で(10°C 以下~13°C)肌寒い季節の到来を示している。

内部環境は「栗煮沸」「大火実験」などの操作的炉火使用により急激な上下変動がみられたが、非居住状態では外部環境の影響もそれほど受けずゆっくりとした変動を示している。このことは 48時間を通した温度変動の幅が外気温で 20.2°C もあるのに対し室温が 4.7°C と小さく、内部環境が外部に比べかなり安定した状態を示したことからもうかがえる。

<冬期居住実験> 1984/12/19 12:00—12/21 12:00 (次々頁参照)

冬期実験において関係者の御協力により文字通り 48時間連続の操作的居住実験が可能となり多くのデータ・知見を得ることができた。

初日の昼間は曇天で冷温な天候で、夜間から明け方にかけてはげしい風雨となった。明け方には雨も止み 11 時以降はゆるく日差しもあったが外気温の上昇も高々 10°C 程度である。

これに対し内部環境は他期の変動パターンとは違って変って多くの山がみられる。これは、「湯わかし」「鍋もの」「魚焼き」「暖房」など一連の生活行動によるもので外部環境の変動とはほとんど無関係である。実験毎にグローブ温は急激に上下降をくり返し室温もそれにあわせて変動しているがその幅はグローブ温ほどではない。どちらも火を止めた後の下降速度は急激である。全体的に 2日目の方が室温が高いのは内部での炉火使用頻度が高く使用時間が長いことによると考えられる。これは次に示す屋根の熱的性能(断熱性・熱容量)と密接に関係してくるものである。

秋期実験 (1984/11/6 10:00—11/8 10:00)

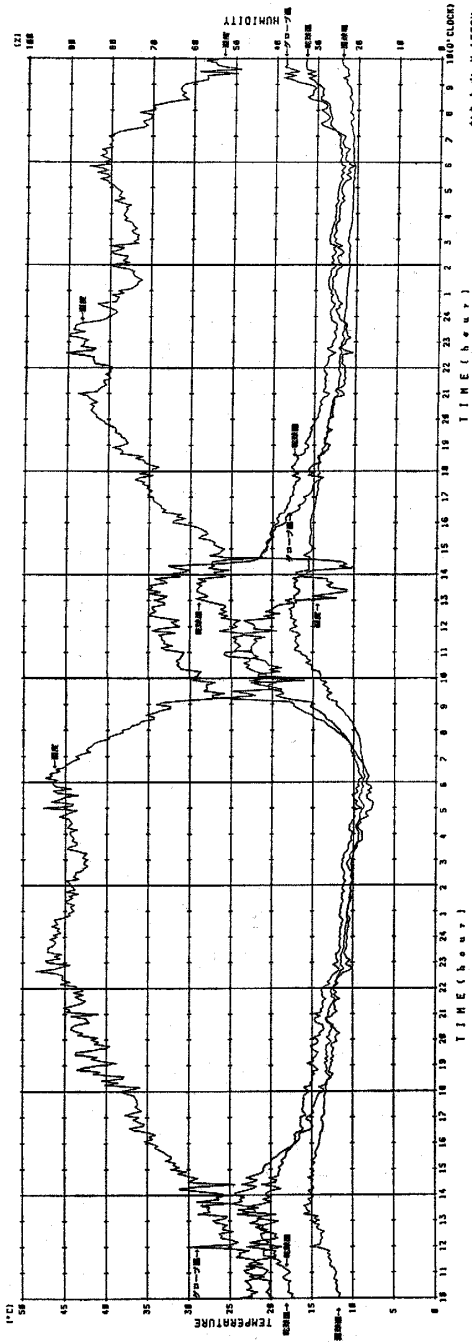


図8 外部環境温・湿度

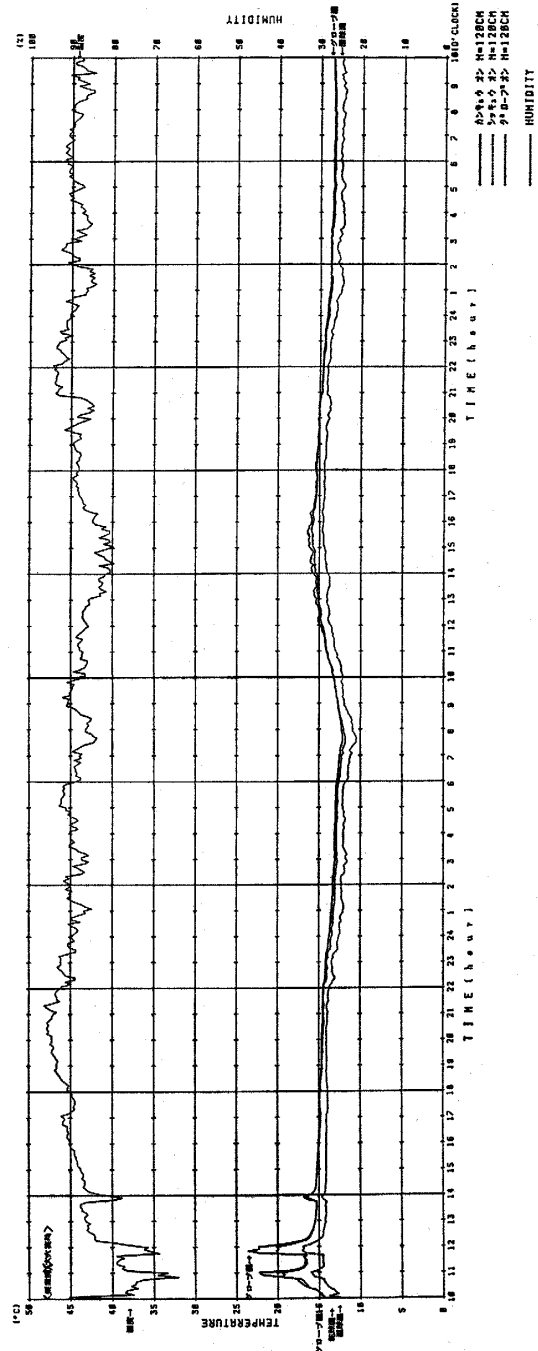


図9 内部環境温・湿度

冬期実験 (1984/12/16 12:00—12/18 12:00)

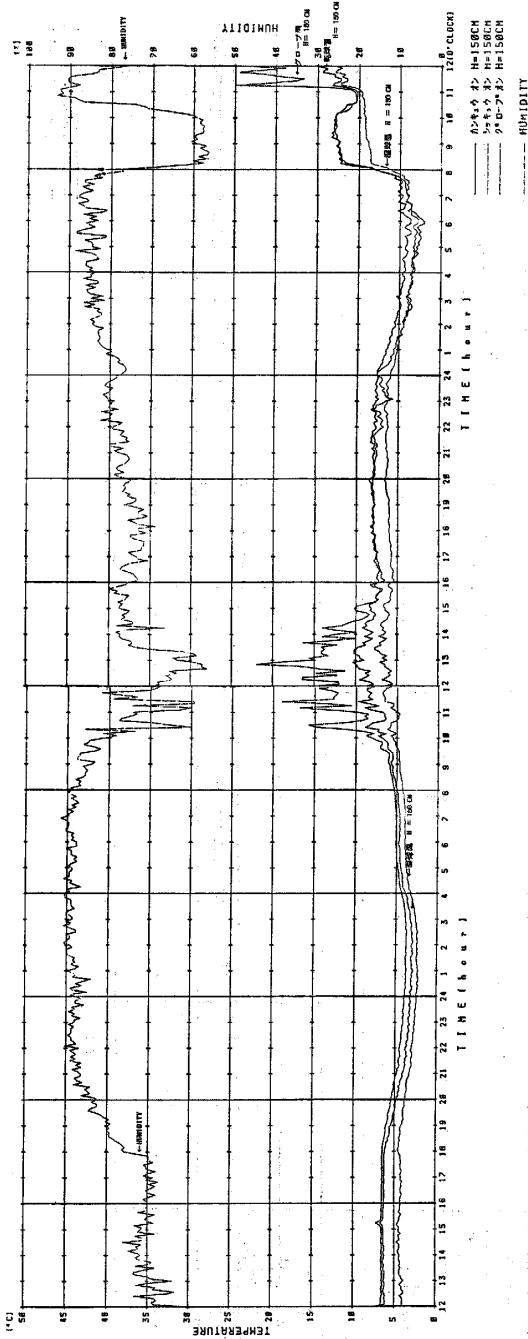


図 10 外部環境温・湿度

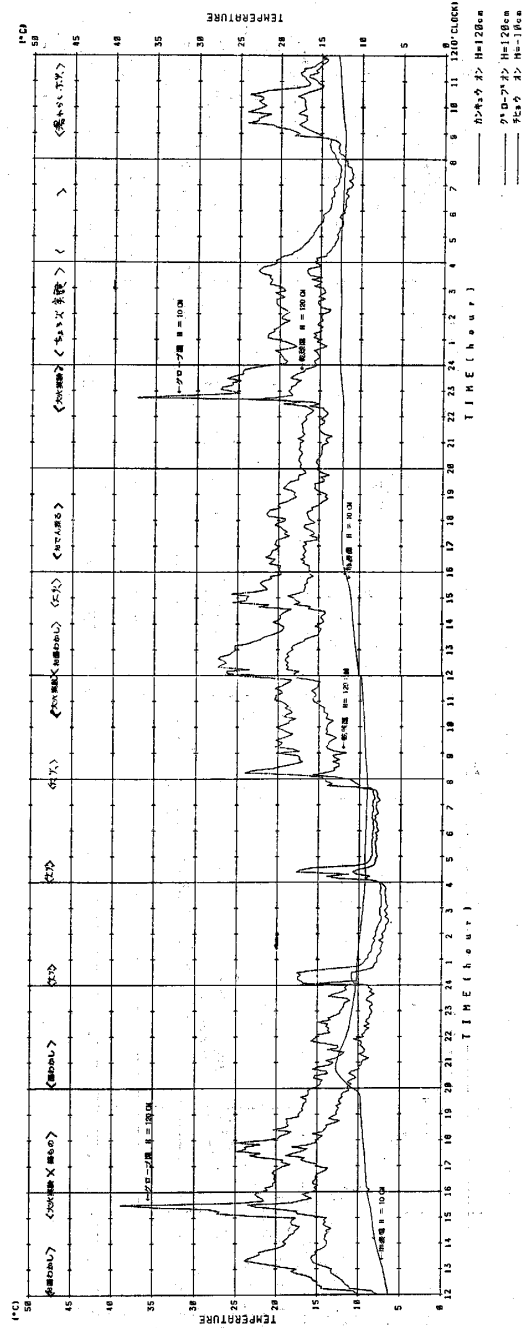


図 11 内部環境温

5. 屋根温・土間温変動からみた竪穴住居の温熱性能

全国各地で復元が試られている原始住居の構成は簡単に表現すると屋根と土間からできているといつてよい。他に人間の出入りする開口部や換気小まどなどがあるが、これらはどちらかというところ“穴をあけた”といった程度で住宅の構成材としての積極的存在としてとらえられていないように思われる。いづれにしろ人間（生活）を支える土間と、シェルターとしての屋根の温熱的役割は多大であり、そこに住まう人の生活・生命維持に欠かせないものである。これらの性能が安定して発揮されるということは人間にとって“致命的ではない“より”まろやかな”住生活が保障されることを意味する。ここでは本実験で屋根温と土間温がどのように内外の変動に反応を示したかにつき概括する。

<屋根温の変動>

図12～図16（次頁および次々頁）にそれぞれ、外部グローブ温（この変動は太陽輻射の影響をあらわす）、屋根温（内側・中央・外側の3点—図1参照）、および内部乾球温（室温）の48時間変動グラフとして示す。

変動のパターンの一般的特徴として、まず当然のことながら屋根中・外温は日射や外気温の変動に敏感に同調し日較差も大である。その計測点が東側屋根内であったため、朝方にその反応は激しく以後夕方にかけて下降している。また屋根中・内温は日射や外気温よりも内部環境の変動（炉火使用など）の影響を受けやすい。これは図16の暖房行動時・調理行動時に顕著にあらわれている。しかし内側からの熱供給が停止すると直ちに急降下するのも特徴である。

太陽の輻射や内部炉火使用により影響を受けにくいのが屋根中央温である。このことは、その変動パターンがゆるやかでかつ滑らかな曲線を示すことから理解できるし、上下変動幅も小さいことからわかる。例えば日射に対する中央温の“安定性”を夏期グラフ（図14）で見ると、日中の強い太陽輻射にもかかわらずその影響が屋根の中心にまではほとんど及んでいない。すなわち茅葺きの屋根は真夏でもその中心は高々 28°C までしか上昇せずこれが室温の安定に寄与していることである。これらのことから茅葺き屋根は夏期において強力な日射遮断性を発揮すると結論づけることができよう。

茅葺き屋根のもう一つの特徴として、その保温性（熱容量）をあげることができる。これは特に冬期厳寒時において発揮される機能である。すなわち、冬期において内部で暖房

や調理のために使用された炉火エネルギーを逃さずゆっくりと貯め込んでおいてなかなか逃さないというはたらきである。この状況は図16の冬期居住実験の屋根の中央温の変動パターンによく示されている。例えば同実験初日の夜中24時および4時の大火実験の状況を見ると、屋根中・内温の急激な上昇・下降に対し、屋根中・中央温はこれより遅れてゆっくり上昇し、炉火停止後もゆっくりと下降をするパターンを示している。しかもこれが室温の安定に大いに寄与していることがわかり、はっきりとは断言できないが炉火停止後はこの貯蔵エネルギーを室内にゆっくりと再放射しているのではないかと受けとれる。また2日目の生活行動（炉火使用）にともなう屋根中・中央温および室温変動をみても前者の高温安定が後者の“まるやかな”安定を保障していることがよくうかがえる。

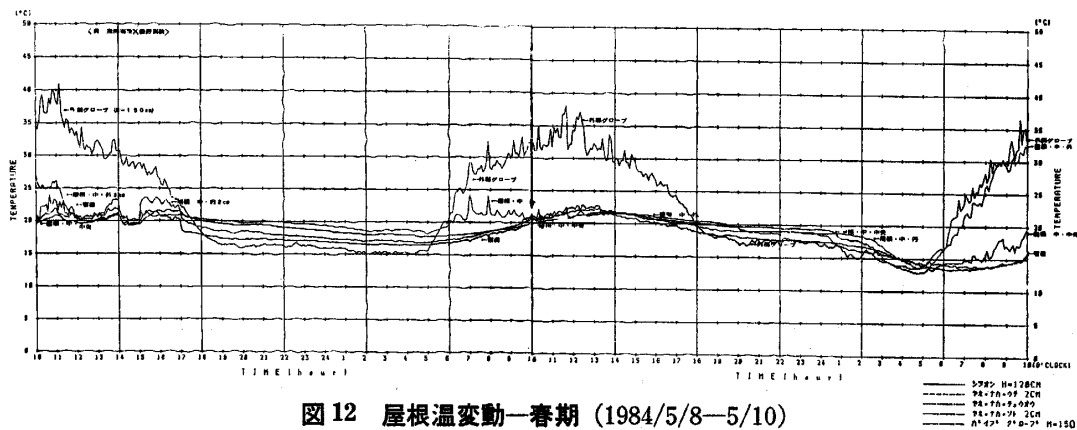


図 12 屋根温変動—春期 (1984/5/8—5/10)

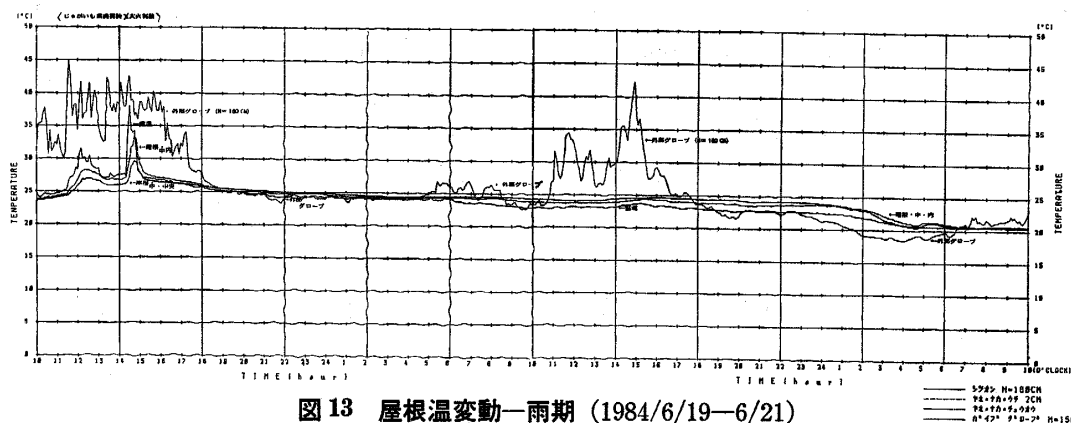


図 13 屋根温変動—雨期 (1984/6/19—6/21)

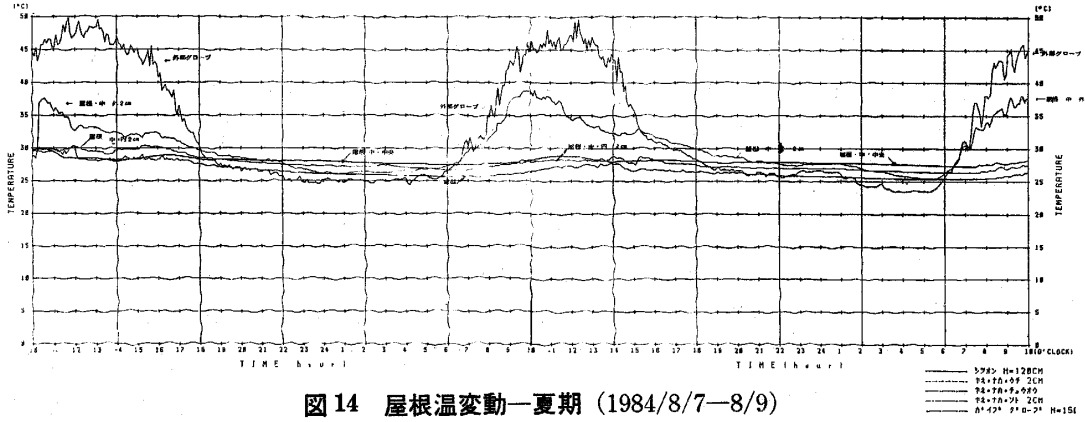


図 14 屋根温変動—夏期 (1984/8/7—8/9)

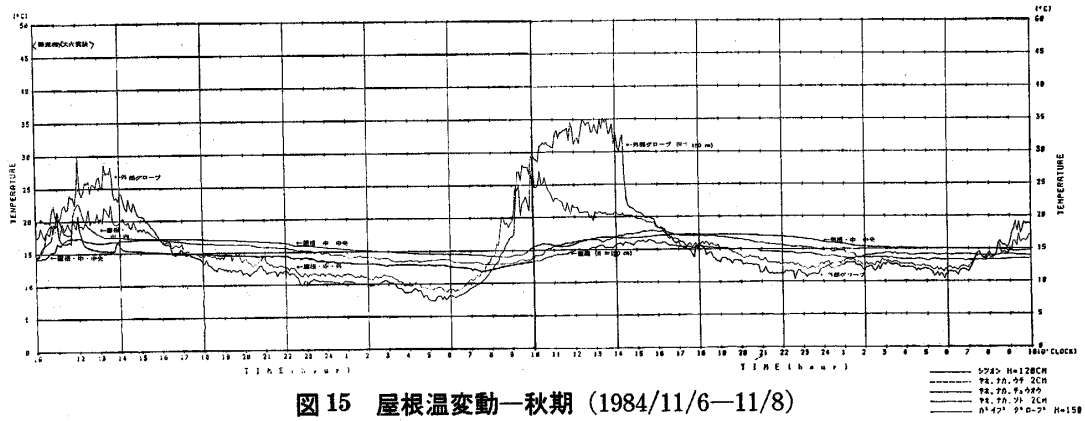


図 15 屋根温変動—秋期 (1984/11/6—11/8)

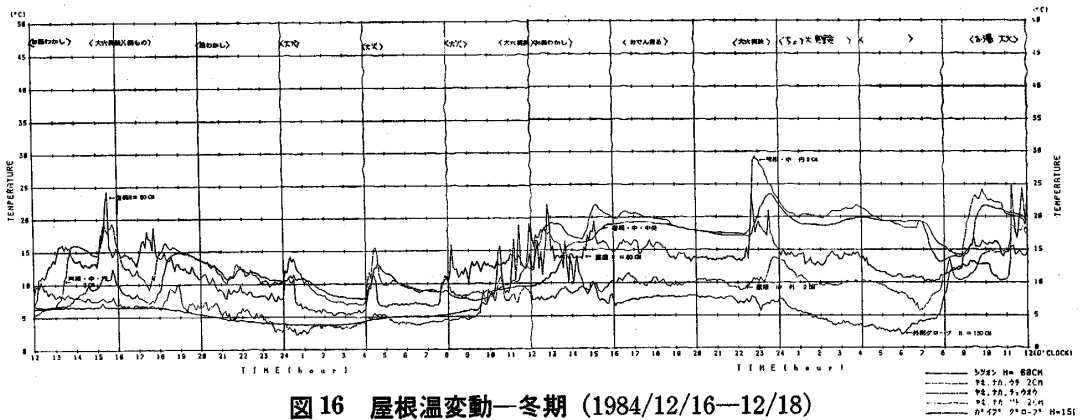


図 16 屋根温変動—冬期 (1984/12/16—12/18)

＜土間温変動＞

図21～図24に内外の地表温 ($H=-10\text{ cm}$) と外部グローブ温 (これは日射の程度をあらわすものと考えてよい) の48時間経時変動グラフを示す。これらをも冬期における変化を除けば土間温は外部環境、特に太陽放射の影響をほとんど受けていないことがわかる。これは夏期においてははっきりみられほとんど終日 26°C を保っていることから理解できよう。またこの時の室温も $H=10\sim 60\text{ cm}$ あたりでは土間温とほぼ同じ推移を示す (次頁参照)。夏期の住居内が温熱的に安定しているのは、日射に対する屋根の遮断性と同時に、侵入熱エネルギーの地中への移動が大きく寄与しているものと思われる。これは土間の上にべたりと座ったときに感じる冷たさからも体験することができる。堅穴住居内の“涼しさ”は室温と外気温の温度差によるだけでなく、この土間表面温と室温あるいは外気温との差も大きな要因となっていると思える。

冬期 (厳寒期) においても土間 (温) は中での人間生活にプラスに働らくことがわかる。まず冬期において、土間温は外気温のはげしい変動にかかわらず常に安定し温度に保たれることである。しかも住居内での炉火使用によってゆっくりではあるが土間面に熱が貯わえられ、これが室温の安定に寄与するということである。図20にみられるように冬期の居住実験では盛んに炉火を使用した初日夜間の20時頃に土間温の上昇現象がみられる。これはその後 10°C まで下降するが2日目で午後再び上昇しそのまま下降することなく一定に推移している。ちなみにこの土間温は $H=10\sim 60\text{ cm}$ の生活温熱帯に相当するものである (図24参照)。

以上簡単に概括したように、原始 (堅穴) 住居の主要構成部位である屋根および土間はその中で人間の生活・生命の維持に、“温熱的にも”大きな役割を果たしていたということが推定できる。

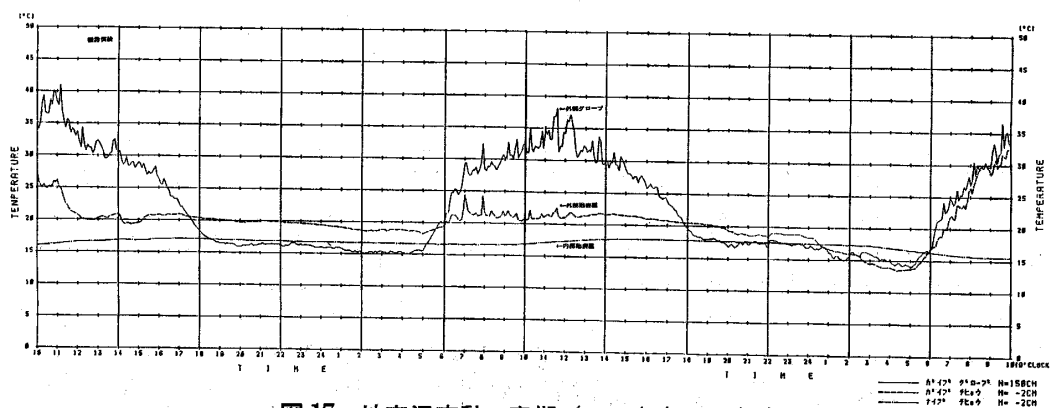


図17 地表温変動—春期 (1984/5/18—5/20)

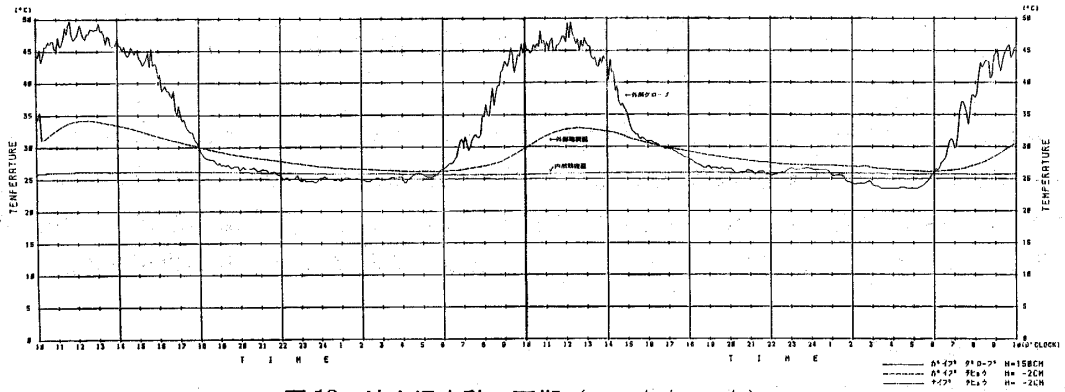


図18 地表温変動—夏期 (1984/8/7—8/9)

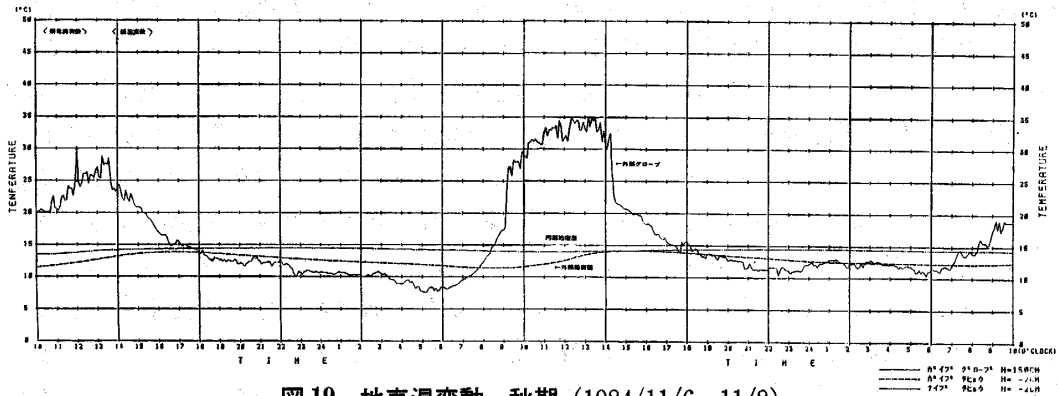


図19 地表温変動—秋期 (1984/11/6—11/8)

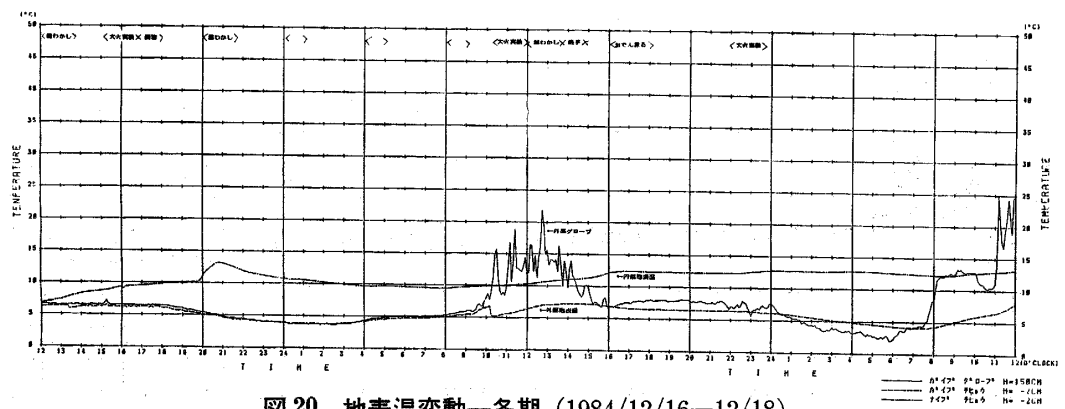


図20 地表温変動—冬期 (1984/12/16—12/18)

5. 垂直温度変動と生活温熱帯

本研究の目的の一つに、原始・古代人が住居内外でどのような温熱環境に暴露されながら生活していたのかという課題がある。これを知るには、復元された竪穴住居内のできるだけ当時の生活行動（炉火使用など）を復元することにより、室内環境がどのように変動するか、これが人間（人体）とどう関わってくるかを詳細に検討する必要がある。

<垂直温度分布>

人間は住居内において様々な生活行動をおこす。このときには必ずなんらかの熱産生を供ない、住居内の温熱状況も刻々変化する。温熱に関連する生活行動として考えられるのは、まず夏期暑熱期における入口開放、および夜間あるいは寒冷期における入口閉鎖である。更に積極的生活行動としては、調理行動・暖房行動である。これらの生活行動によって室温は変化する訳であるが、図21～図24にその状況をあらわすグラフ（ $H=10\text{ cm} \cdot 60\text{ cm} \cdot 120\text{ cm} \cdot 180\text{ cm} \cdot 240\text{ cm} \cdot 340\text{ cm}$ の垂直温度分布の48時間経時変動）を示す。居住実験による生活行動を行なったのは冬期48時間実験を除けば、実験開始から初日夕方（4時）までの間である。それ以後実験終了までは非居住時の温熱変化が示されている。

ここで特記しておきたいのは非居住時昼間における住居内の室温の変動の仕方である。これは夏期・秋期にはっきりみられるが、 $H=10\text{ cm}$ と $H=340\text{ cm}$ （天井面）の間には最大 5°C ほどの温度差を生じている。これによって入口閉鎖時でも住居内中央付近ではある程度の上昇気流が生じていることが理解でき、これは屋根上部の“小まど”が一役買っていると思われる。 $H=340\text{ cm}$ （破風口）の温度変化のみだれからもここで外界との空気の出入りがあることをうかがえる。

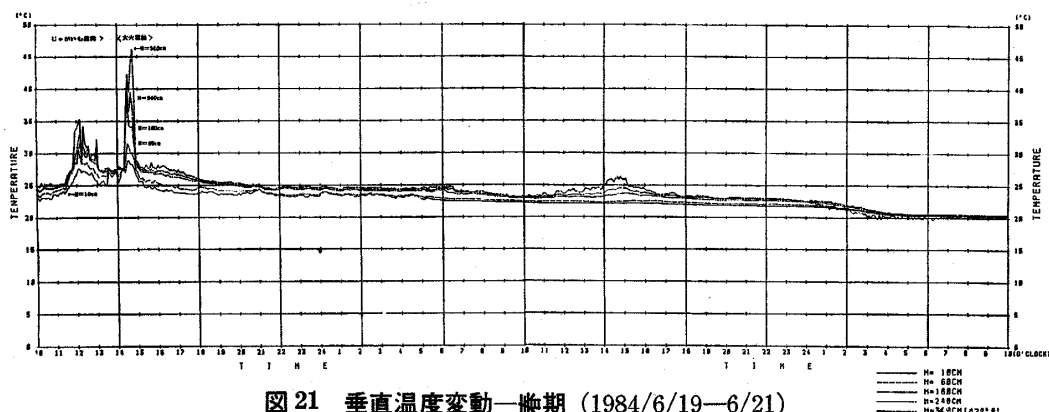


図 21 垂直温度変動—晩期 (1984/6/19—6/21)

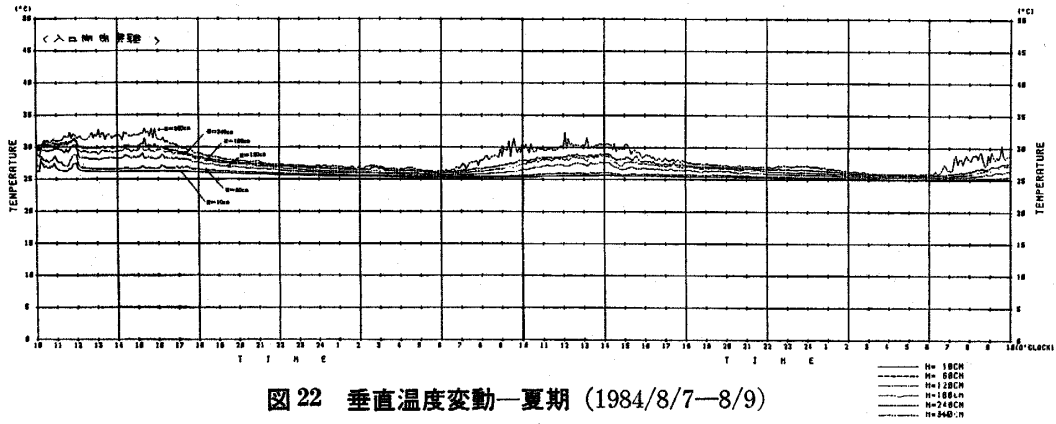


図 22 垂直温度変動—夏期 (1984/8/7—8/9)

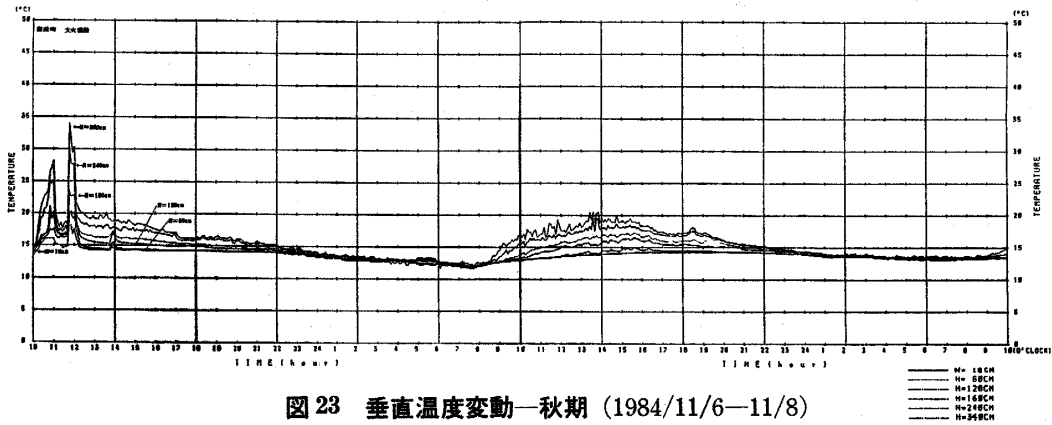


図 23 垂直温度変動—秋期 (1984/11/6—11/8)

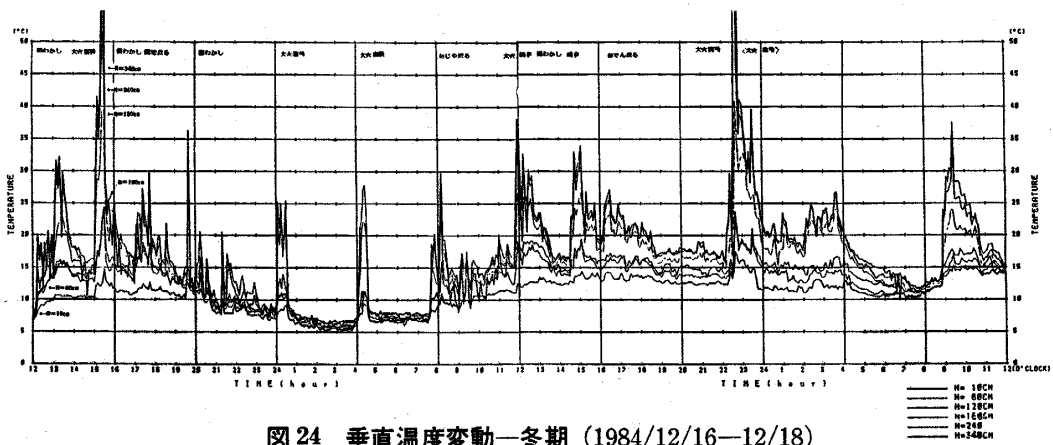
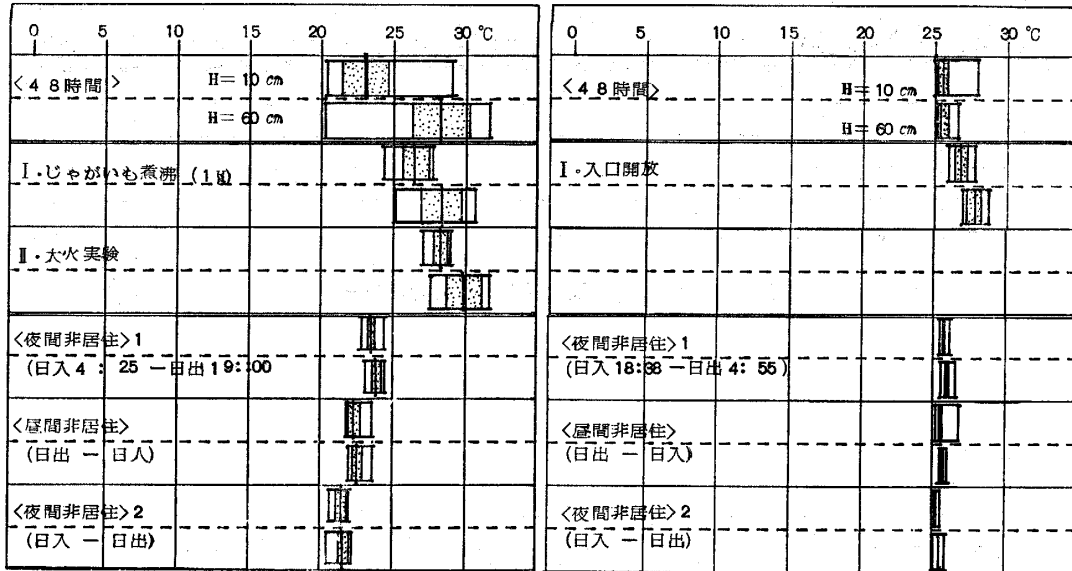


図 24 垂直温度変動—冬期 (1984/12/16—12/18)

図 25 雨期生活温熱帯

1984/6/19 10:00—6/21 10:00
(日出 4:25/日入 18:58)

図 26 夏期生活温熱帯

1984/8/7 10:00—8/9 10:00
(日出 4:55/日入 18:38)

〈生活温熱帯〉

住居内における種々生活行動によって室温（垂直温）はまるで住まいが生きているように変動する。この状況は図24（冬期実験）に顕著に再現されているが、このような生活行動によって当時住居内でどのような温熱生活をおくったのかを知る方法として「生活温熱帯」の分析が有効である（リウスクリーマ研究ノート 第10号 原田睦夫「原始・古代の温熱環境すり鉢型 その生活温熱帯と衣服温冷感」）。すなわち、竪穴住居内の生活はほとんど土間に座って行なわれる、従って原始（竪穴）住居内での生活は床上 0 cm から高々 60~80 cm の所で行なわれ、この空気層の中で生活し様々な温冷感を持ち、時につけ衣服や住まい、あるいは炉火使用（暖房）で対応したといえる。

図25~図28に冬期における生活温熱帯の分析結果を示した。温熱帯としては H=10 cm と H=60 cm の高さで分析してある。分析時間幅は生活行動（居住）実験開始後 180 分（=時間）を単位としている。冬期居住実験以外では、必ずしも生活温熱帯とは言えないが、非居住時における昼間（日出—日入）・夜間（日入—日出）の温熱帯分析も示してある。人間生活の入らない、自然と住居の関係を知る上での参考資料としてとらえることができる。

冬期実験において様々な生活行動実験による生活温熱帯が復元されているが、温熱帯自体にも1日の周期（炉火の大きさは変わらないのに夜間は低く昼間は高い）があることがわかる。

図 27 秋期生活温熱帯

1984/11/6 10:00—11/8 10:00
(日出 6:10/日入 16:39)

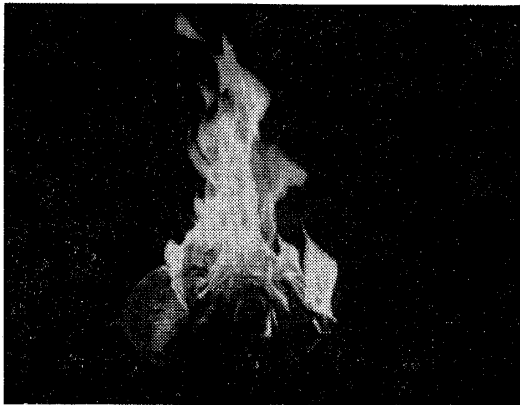
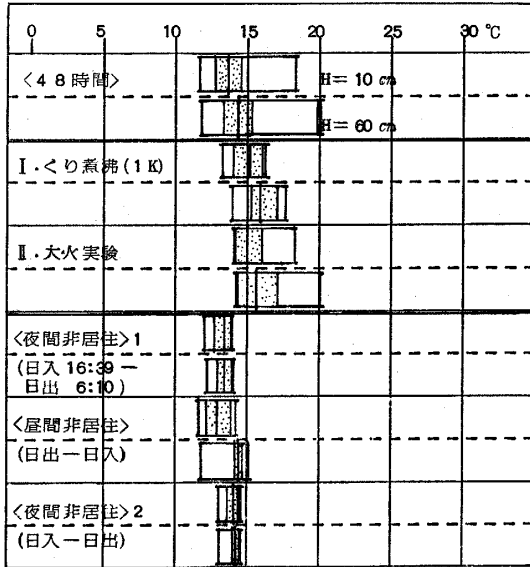


写真 3 大火実験

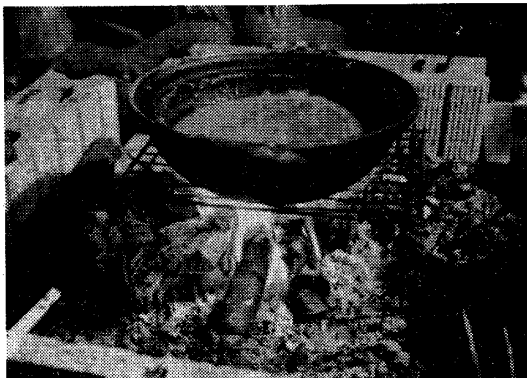
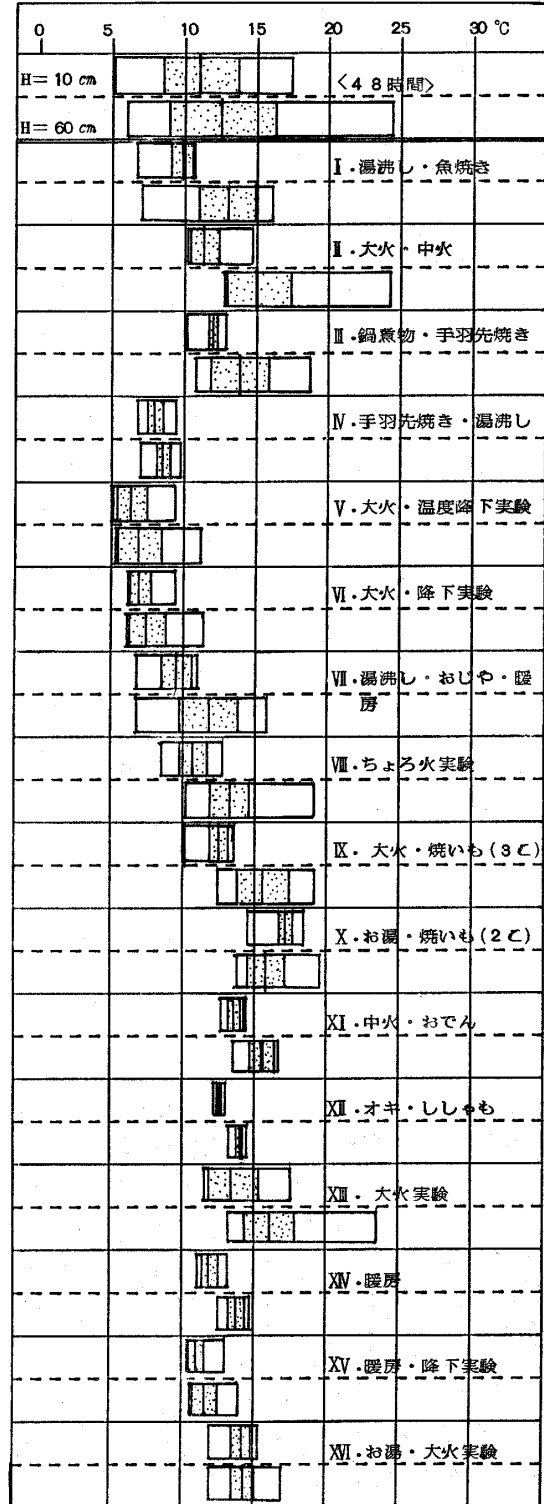


写真 4 調理実験(おじや)

図 28 冬期生活温熱帯

1984/12/16 12:00—12/18 12:00
(日出 6:47/日入 16:32)



6. 三再破風まで“小穴”の機能

冒頭で述べたように、一連の居住実験の究極の目的は原始・古代住居の合理的構造(成)の推定にあり、これを温熱・光環境の面から究明することにある。従って今回の居住実験で知りたかったことの一つに、屋根頂部にうがたれている“小穴”(三角破風まど)の内部生活におよぼす効用の分析があった(写真)。

屋根(あるいは壁)に穴をあける目的として考えられるのは、まず室内への採光、次に換気による室内汚染空気の除去(排煙・排気)、および通気(風)による室内気候(室温・湿度・気流)の調節がある。三殿台復元住居の破風まどの大きさは一辺が30~40cmほどの小さいものである。これが上記目的にどのように寄与しているのか分析結果を概説しておきたい。

まず“小穴”の採光機能。周年の実験において入口開放時・閉鎖時における室内照度分布を40cm間隔で計測した。もしここから相応の採光があるとすれば土間中央部あたりで分布にふくらみが生じそうであるがそれは周年を通じみられなかった。また入口閉鎖時には内部作業は困難であったことから、このくらいのまどでは採光の用はなさないと考えられる。

次に排煙機能。温暖期以外では内部で炉を頻繁に使用する。そこから出る煙の量は相当のものであり、これを生活に支障をきたさないように外に出さなくてはならない。実際の居住実験でも炉火による上昇気流によって排煙現象はみられたが、「大火実験」などでは排煙しきれずしばしば室内に煙が滞流し、生活に支障をきたす場面もあった。生活実感としては“ないよりはまし”といった程度。破風まどのない自由学園復元住居では煙が茅材の隙間から結構逃げていき、座った生活ではそれほど支障はなかった経験が思いおこされる。

次に、特に夏期における通風機能。屋根頂部に穴をあけることにより、入口—破風口と

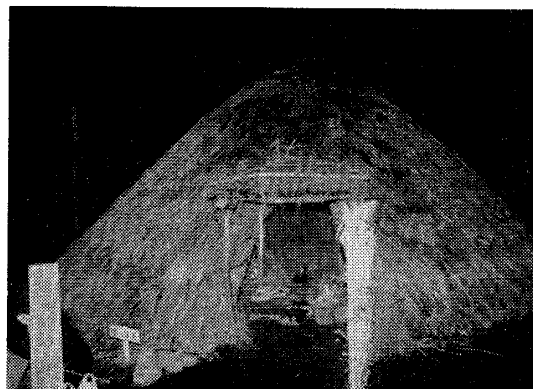


写真 5 すり鉢無破風型 (自由学園復元住居)

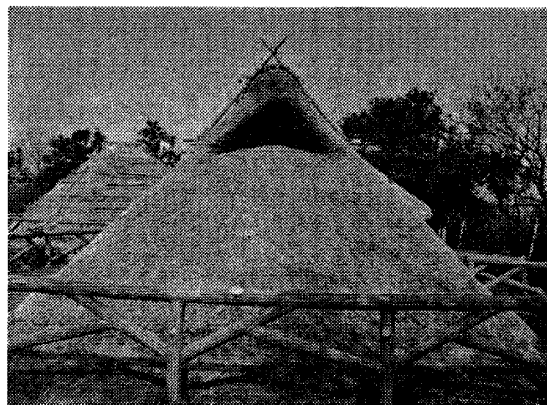


写真 6 入母屋小破風型 (三殿台復元住居)

いうラインに通風が生じ感覚温度・温度の低下，すなわち“涼しさ”が得られるのではないかという期待である。これもこのくらいの“小穴”ではほとんどその用をなさず，住居の立地が高台であるため数メートルの外風があるにもかかわらず，内部中心部ではほとんど微風速計を動かすことができなかった。

最後に冬期暖房時における破風の室温におよぼす影響である。これを生活温熱帯(H=10 cm, H=60 cm)について，すり鉢型無破風の自由学園復元住居(写真5)のものと比較したのが図29・図30である。これを見ると明らかに両者のちがいが理解できる。すなわち冬期炉火使用時における H=10 cm と H=60 cm の点の温度の逆転現象である。つまり屋根に“穴”をあげない方が上昇気流が逃げにくく室内に対流が生じるため床近傍温が上よりも暖くなることである。これは図29の自由学園の場合の黒く塗りつぶした部分に示されている。しかし，図30の三殿台実験ではこの対流現象はそうはげしくなく上昇気流は三角までよりどんどん逃げていっていると考えられる。この現象は“暖房”という面からはマイナスである。

7. おわりに—“大穴”の温熱効果は？

以上のように屋根（もしくは壁）に“穴”をうがつことによる効用は種々の面から検討

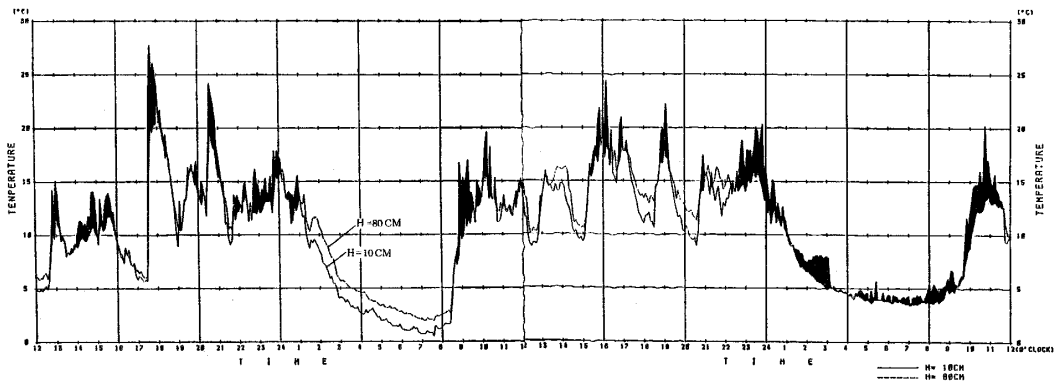


図29 生活温熱帯—すり鉢無破風型（自由学園）

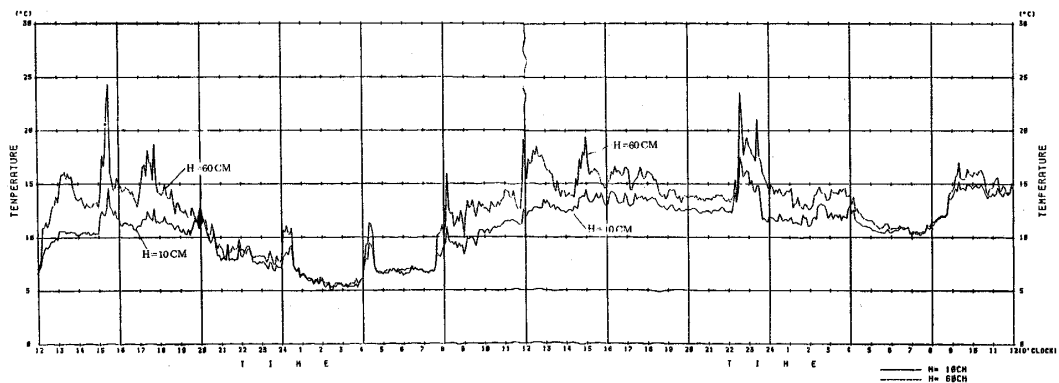


図30 生活温熱帯—入母屋小破風型（三殿台）

される必要があるが、特に温熱面では人間の生活・生命の維持に関わるものだけに一概に即断は許されない。例えば、静岡市登呂遺跡復元住居のように「大破風」大まどの場合どのような温熱・光環境となるのか、など更に調査・研究を続ける必要がある。

最後になりましたが、本居住実験を年間を通じて遂行でき、本報告に至ることができたことはひとえに横浜市三殿台考古館、熊谷館長および今井・成田両氏の多大なる御協力のたまもであります。ここに深く感謝する次第であります。また本研究は住居学研究室卒業生（昭和60年3月卒業）であった、池田恵・沢島範子・田中ほづ美・原田美樹・渡辺悦子諸嬢との“手づくり”の共同研究であったことも付記しておく。