

近畿大学工学部建築学科卒業研究概要

平成 14 年度		番号 氏名	99168082
指導教官	藤井 大地 助教授		鶴身 浩一
題名	バウビオロギー住宅に関する調査研究		

1. はじめに

近年、環境と建築の関係が問われる時代になっています。ここでいう「環境」は地球・都市・街地・住宅のすべてを含む空間を意味しますが、単なる物理的な空間ではなく、人を含む全ての生物的生態系を含む空間を意味しています。これらの関係が今日問われているのは、現代の建築物が人を脅かし、建築生産が生物や地球環境を脅かしていることが深刻な問題となっているからです。

本来人間を守る役割を持っていた住宅は、今日そこで使われている化学物質等のために人に健康障害などの危害を加えています。かつて地元の自然建材で建てられていた建物は、今日、大量生産、大量消費という時代の流れによって、合成化学物質で処理された建材が広域に及び支配し、環境破壊問題を引き起こしています。これは、現代社会が持つ目先の効率の追求・経済第一主義に原因があります。これからはこれに代わる理念が必要になってきます。人間はもう一度社会システムを生態系全体の邪魔にならないような循環システムに戻すことが求められています。本論文ではバウビオロギー住宅について調べるもので、バウビオロギーの考え方⁽¹⁾⁽⁸⁾を元に、第2章では文献(1)、(2)、(4)、(7)を軸に近年の住宅の反省と新しい住宅へのテーマについて考え、第3章では、今特に問題になっているシックハウス症候群⁽¹⁻⁵⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾について調べ、第4章では、健康に負荷をかけない建材の選択⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾、太陽の利用した自然への配慮⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾、屋上緑化、外壁緑化、室内緑化といった緑を利用した自然への配慮⁽¹⁾⁽¹³⁾について調べています。第5章では、以上のまとめを述べています。

2. バウビオロギー

2.1 バウビオロギーの考え方⁽¹⁾⁽⁸⁾

バウビオロギーとは、ドイツ語を直接カタカナで表した物で、直訳すると「建築生物学」という意味です。もともと木と水に恵まれたスイスの北東部の地方に古くからあった考え方を、学問として体系づけたものです。「バウビオロギー」とは、「人間が人工的に作り上げた環境や全体と、地球上の生命を、ロゴスで結び付けた」ということを意味するわけです。分かり易く言うと「人間と自然に適合した理性ある建築」ということなのです。ここでの、最も基本的な考え方は、何よりもまず、そこに住む人間を中心に考え、体の健康、心の安らぎ、その人の生き方を実現していこうということです。

さらに、家を建てるのが、近所や地域、国、自然や地球に対してバランス、調和のとれたものになるように、トータルに計画していこうとする考え方です。また、すべてのものが、太陽エネルギーのもとで創られ、使われ、再利用、再生され、有効に廻っていくシステムをめざしています。しかし、

すべてを明白に判断でき得るものではないので、自分のしたい生活、生き方から、より意識的に、この方が落ち着くとか、この方が安全だとか、効率が良いとか、環境負荷が小さいとか、自分流の選択をしていくことです。

2.2 今の住宅の反省と新しい住宅へのテーマ

2.2.1 今の住まいづくりの反省点⁽¹⁾⁽⁷⁾

第一の反省点は「経済性」です。短期的な目先の経済性という言葉のもとに、多くの目に見えない負荷を人や地球環境、生物環境に強いているのが、現代経済社会の構造です。第二の反省点として住宅の寿命が短いことです。日本の住宅建築は世界の先進諸国の中で極めつけの短命です。建物は取り壊されれば膨大なゴミになることはもちろんです。第三の反省点として住環境の快適性です。私たちが従来快適だと思っていた均一で均質な温熱環境、音環境等が長期的には健康的ではないのです。また、従来の「開かれた住宅(夏型)」から「閉じた住宅(冬型)」に変わったため、家の中では湿気の増加、ホコリの増加、化学物質の増加となり、アレルギー、シックハウスが問題となってきたわけですが。第四の反省点は地域性への配慮不足です。日本ほど一国で様々な気候を持つ国も珍しいでしょう。亜寒帯から亜熱帯まで気候区分があります。ところが、気候は大きくは変わっていないのに住宅構造、住まい方は大きく変化しました。文化的な風土も地域によって異なります。きめの細かい研究と論議が必要なのです。

2.2.2 新しい住まいづくりのテーマ⁽¹⁾⁽²⁾

これからの住宅の環境づくりの方針を考えるにあたって、健康を害する・環境汚染の原因となる・短命な・エネルギー消費型といった住宅、地域の気候風土・住む人に合った住まいづくりについて配慮し、これからの住まいづくりを考えていく必要があります。従来の常識を疑い、人間の感性に信頼を置いて、もう一度住まいづくりを「温故知新」の原則で考え直す必要があります。

このような世界的な模索の状況下で、「建築」と「環境」の正常な関係を保つために、今後、省エネ化、自然の利用、自然建材の使用、緑化、長期寿命のような具体的対策が必要だと考えます。

建材に関しては、製品の製造時、使用時、廃棄時に環境・健康負荷が少ないこと、リサイクル、耐久性、自然素材、枯渇資源の非浪費等を満たしたものを見極める必要があります。また、短期的な影響による病気がばかりでなく、長期的な影響による病気があります。中毒や化学物質過敏症など短期的な影響が排除されたからといって、安心はできません。発がん性物質などの長期的な影響にも今後関心を払っていく必要があります。

上記で述べた対策も、コスト高という障害を乗り越えなけ

ればなりません。日本の建築のコストは高く、住宅価格の年収との比較を見てみると6.6倍です。

しかし、健康にかかわる問題は複雑です。病気になり、医療費負担が発生するだけでなく、アレルギーやガンに苦しむという事態になれば、単にコストの問題だけでは片付けられません。地球環境の問題もまったく同じです。地球生態系の健康という分野での問題として環境ホルモン汚染が最近注目されています。人間を含めた生物のホルモン機能が農薬の合成化学物質によって乱され、生殖機能の破壊がすでに相当深く蔓延しているというのです。

このようにコストのみで推し量れないところに価値があり、その価値に単なる効率や経済性を超えるものを見出す必要があるといえそうです。それは単に自己や家族が健康で生き残りたいといったことだけでなく、現在を生きる人間として、地球を守り次世代に引き渡すという責任をまっとうする価値観にもつながってゆくものだと思います。

2.3 住まいと健康について

2.3.1 住まいと健康の密接な関係⁽¹⁾⁽⁴⁾

環境は社会環境、文化環境、心理環境、物理環境、生物環境等様々な様相からなりたっています。これらのすべてが健康に関係しています。健康は精神と心、肉体すべてにかかわるアンバランスから発生するわけですが、精神のアンバランスが病気の大きな原因となることはよく知られた事実です。

世界保健機構（WHO）は、健康の定義を「肉体的、精神的、社会的、心的に良好であり、増進する状態」としています。健康で衛生的に暮らす場合は、温室や無菌室のように極端に刺激やストレスが働かないよう管理された場ではなく、四季折々に多少、快適さから外れてしまい、人に若干のストレスを与えかねない自然環境との交流のある住まいが、より健康的と考えられます。しかし、人類がまだそれに対して十分な淘汰を経っていない新しい刺激やストレスに対しては、そのレベルが小さくても、人間の生理的調節や免疫反応、自律神経調節作用、精神安定作業を容易に逸脱してしまいます。健康で衛生的な住まいは、このような人類という種にとって新しい刺激を、可能な限り排除した場であると思われる。

2.3.2 住まいづくりのバランス⁽¹⁾

健康な住まいづくりには様々な要素のバランスのとれた設計デザインが重要です。健康な住まいのデザインポイントは、地域風土に合った建材・姿形、人・自然・自然の猛威への配慮です。

すべての人にとって快適な住まいというのは、恐らく考えられないでしょう。また、すべての地域で快適な住まいの標準タイプというものもないでしょう。住まいは家族や個人の特性、地域や立地の特徴に左右されるものです。また、一番体力的に一番弱い人に配慮して家づくりは考える必要があるのです。一番弱い人とは胎児、幼児、高齢者など抵抗力の低い人たちです。その他に、アトピー・アレルギー症・過敏症の人、身体的（目、耳等）に不自由な人はいないか、住む人はどのような臭いに特に敏感かを十分考慮する必要があります。

2.3.3 住まいの地域と自然風土⁽¹⁾⁽²⁾

住まいづくりでは、その土地の自然風土に合わせる事が大切です。日本の自然風土は千差万別ですから、昔から住んでいる人や、その土地の大工さんや建築家等によく聞き、方針を決める事が大切です。例えば風の強さ、積雪量、地震の可能性は構造に直接かかわる条件です。風の方向、大気温度・湿度、土壌の湿気、台風の頻度、日照時間、太陽高度は気候風土に関わる配慮事項です。潮風の影響、浸水の可能性、シロアリの生息度合いは地域による特殊条件です。これらの自然風土の条件は住宅の設計に反映すべきです。

また、高温多湿の日本には木、しっくい、土壁などの呼吸する素材（第4章参照）を用いた住宅が適しています。地域への配慮という点でも、使用する天然系建材は、できればその土地のものが望ましいです。特に構造用木材などの天然自然素材はその土地の自然風土になじんでいるため、その土地のものが長持ちするといわれています。

2.3.4 今、特に問題になっている点⁽¹⁾

今、特に問題となっているものとして短期健康障害（シックハウス症候群）、長期健康障害、間接的健康障害があげられます。以下第3章でシックハウスについて調べています。

3. シックハウス

3.1 シックハウスの概要

3.1.1 シックハウスとは⁽⁷⁾⁽⁸⁾

新築・改築後の住宅などでは、住宅の高気密化や化学物質を放散する建材・内装等の使用による室内空気汚染等により、居住者が入居した後、気分が悪くなる、だるい、喉が痛い、咳が出る、頭痛、めまい、下痢、嘔吐、湿疹などさまざまな体調不良が生じているといった訴えが報告されています。症状が多様で、症状発生の仕組みをはじめ、未解明な部分が多く、また、さまざまな複合要因が考えられることから、シックハウス症候群と呼ばれています。従来言われている室内の化学物質による健康被害よりも大きくとらえ、ダニ・カビの増加によるアレルギー症状も含まれます。また、原因となる住宅を離れることで、喉の刺激・痛みや頭痛、集中力困難などといった症状が完全に消えてしまいます。シックハウスの主な原因は、省エネルギーの社会的要請から暖冷房負荷を削減するために住宅が気密になり、自然換気量が少なくなってきたこと、さまざまな化学物質が建材、設備、家具、日用品、防虫・防蟻材などに使用され、それらが住宅に持ち込まれている事です。シックハウス症候群は室内環境汚染によって発症するものといえます。本論文では以下、3.1.2 ではシックハウスの起源と背景を住宅の問題・生活様式の変化・大気汚染の問題・人体の問題にわけて考え、3.1.3 でシックハウスの対策の歴史を、3.1.4 でシックハウス特徴と元凶を述べています。

3.2 シックハウスの臨床

3.2.1 判断基準⁽⁴⁾⁽⁹⁾

最近、室内空気汚染に関するガイドラインが提出されて、計測手段も簡便化しています。診断にはそれらの計測が望ましいですが、技術的にも経済的にも必ずしも実施できるとは

限りません。また著しく過敏な症状では当然ガイドライン以下の濃度にも反応しているので、計測ががえって業者側に有利に働き、患者の不利益を呼ぶこともあります。

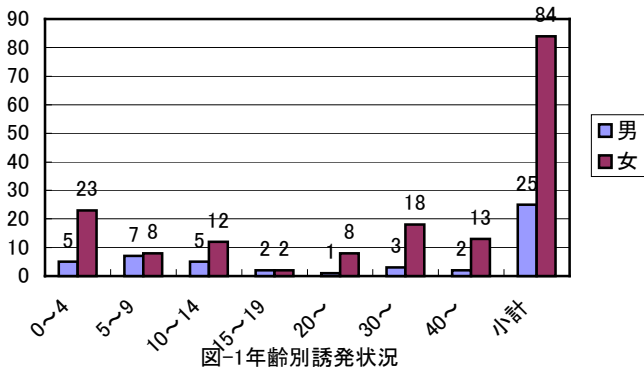
20世紀初頭の欧米では、体臭やタバコ煙によって汚染された場所の空気質評価を、人間の臭気を用いて行う研究が多く行われてきました。その中でも体臭によって汚染された室内空気を許容できるレベルまで希釈するためにはどの程度の換気量が必要か、という観点から、人間の臭気を用いて行われたヤグローラの空気質評価実験は有名です。

3.2.2 化学物質の人に与える影響⁽⁴⁾

20世紀後半は12万種類あるという人工化学物質の氾濫でした。便利さとの引き換えに数多くのものを犠牲にしてきました。先祖が数万年という長い時をかけて生物的・物理的あるいは化学的な自然環境にやっと適応しかけたにもかかわらず、その適応能力を遥かに超えたスピードで、20世紀後半多くの人工化学物質を作り出しました。古典的な中毒の概念は急性中毒・慢性中毒の2つで、微量、かつ長期慢性中毒は研究がほとんどありません。それまでの中毒の「量 反応関係」の概念を大きく変える、極微量影響というものに目を向ける必要性が出てきました。極微量の有害化学物質が、体のバリアーを越えて体内に入り、身体の恒常性を破綻させることが徐々に明らかになってきたのです。

3.2.3 年齢別誘発症状について⁽⁹⁾

誘発人数



本症の患者一部の年齢と症状をまとめた物ですが、小児ではアトピー性皮膚炎（以下 AD）喘息の憎悪が特徴的でありこれらはアレルギー疾患先行つまりアレルギー素因を有する例です。成人では一過性の局所粘膜刺激症状群と MCS 群に分かれます。前者にはアレルギー素因が認められるのが多いのですが、後者では認められるのが少なく、なんらかの化学物質に過敏な素因があることが予想されます。また、成人では自宅に長くいる女性（主婦）の方が男性（職業人）より発生率が高いが、小児では自宅滞在時間に男女差がないのに女児の方が多く、同期間には AD でも喘息でも男児の方が多いのに本症では女児が圧倒的であり、女性には本症が発生しやすい傾向は否めません。女性ホルモンによる感受性の亢進も考えられます。

3.2.4 有害化学物質⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾

表-1 汚染物質と濃度指針値

汚染物質名	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb)ただし、小児の場合は、0.1(0.007ppb)
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
フタル酸ジ n ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
フタル酸ジ 2 エチルヘキシル (DEHP)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
ノナール	230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
総揮発性有機化合物量 (TVOC)	暫定目標値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (30ppb)
フェノバルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)

室内空気の化学物質空気汚染に関しては、健康への影響の恐れのある化学物質そのものに対する規制と、その空気濃度に関するものの二つを考えることができます。

健康への影響の恐れのある化学物質そのものに対しては、日本では「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(PRTR 法)などにより管理されています。435 物質(群)に関して、化学物質安全データシート(MSDS)の提供が義務付けられています。

化学物質の空気汚染で、特に問題になっているのが、揮発性有機化合物(VOC)による空気汚染です。この VOC による空気汚染に関しては、厚生労働省がシックハウス問題に関連して各揮発性有機化合物の室内空気中の濃度に関するガイドラインを定めています。この健康への影響を及ぼさないための室内空気濃度のガイドラインは、ほぼ WHO の定めた各揮発性有機化合物の空気濃度に対するガイドラインと同じ値になっています。

3.2.5 その他の汚染物質⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾

化学物質以外の汚染物質として、タバコ、ダニ、カビ、シロアリについてその特徴と対策について述べています。

3.3 対策⁽⁴⁾

室内空気汚染物質濃度の低減方法としては汚染質の室内への侵入や発生を少なくする方法と、発生した後に除去する方法と2つに大別されます。前者はさらに汚染発生源を除去、隔離する方法と発生源の性質を変え無害化あるいは発生量の抑制をはかる方法の2つに分けられ、後者も、空気清浄機などによって汚染質を除去する方法と、換気により室外へ排出

する方法の2つに分けられます。

4. 自然の活用

4.1 自然素材の利用

4.1.1 建材選択⁽¹⁾

健康に負荷をかけないという建材選定には、3つの原則があり、短期的に健康負荷をかけない建材、長期的に健康負荷をかけない建材、間接的に健康負荷をかけない建材です。また、環境への負荷を配慮した建材選定には4つの原則があり、環境に負荷をかけない建材、製造時に環境汚染しない建材、廃棄時に環境汚染をしない建材、リサイクルしやすい建材です。これら7つのポイントが、健康と環境を配慮した建材選びのポイントですがドイツなどでは、これに加え、製造エネルギーや輸送時のエネルギーなども評価の項目に入ります。

4.1.2 無垢材の利用

古来日本の家づくりは木材を中心に行われてきました。加工しやすく強い木材は、地震などの衝撃を吸収するしなやかさを併せ持っており、時間をかけて自然乾燥させた木は、空気中の湿気を吸ったり吐いたりして室内の環境を整える優れたものです。まさに生きている家が造れるといえ、優しい木の香の効用にも期待できます。無垢材としてヒノキ、スギ、ヒバ、マツ、ケヤキ等があり、またその他の自然素材としては漆喰、珪藻土、畳、和紙、炭、テラコッタ等があります。

4.1.3 その他のエコ建材⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾

その他のエコ建材として基本資材、屋根・外装材、内装材、床材、調湿材、塗料、接着剤に分けて調べています。詳しくは本論文に書いています。

4.2 太陽の利用

太陽エネルギーは偉大なエネルギーですが、このエネルギーの特徴は、うすく、ひろく、まんべんなく、という点にあります。石油で得られる熱のように集中的高温ではありません。分散型エネルギーです。だから、できる限り広い面で熱を受けたい。住まいの中でそれはどこかと言えば、屋根です。太陽エネルギーは、一軒一軒の住宅が屋根そのものを受熱体として利用するのが、最も現実的であり、エネルギーの持つ性格にも非常によくマッチしています。

4.2.10M ソーラー

OMソーラーシステムは、太陽の熱を採り込んで、床暖房・給湯・換気します。建物全体をしくみとして利用し、熱を運んでいくのは空気です。軒先から外気を入れ、屋根が受ける太陽熱で温めて、床下を温めながら部屋の中に採り込んでいきます。特徴として、夏に冬のように低い温度を求めたり、冬に薄着でいられるような温度を得る暖房ではなく、夏は夏らしく、冬は冬らしく過ごしながら、健康的で心地よい暮らしを実現しようという技術です。そしてその最大の特徴は、太陽エネルギーという無限でありクリーンで平等なエネルギーを用いるという点です。

4.3 緑化

健康的で環境に負荷をかけない住宅の基本は「自然との共生」にあるように思えます。「自然との共生」とは具体的に身近な自然を残す、身近な自然を取り戻す、身近な自然と

交わる、自然の力を借りる、自然と共存する、自然を汚し傷つけないです。

このような考え方のもと出てくるのが緑化です。緑化には大きく分けて屋根緑化、外壁緑化、室内緑化の3つあります。特徴として、屋根緑化には、クーリング効果、屋根面保護効果、生物バランス回復効果、視覚的景観改善効果などが期待でき、外壁緑化には屋根緑化と似た効果の他、都市内の環境改善、日射遮断により外壁の熱負荷を軽減し、建築内部の温熱環境改善にも役立ちます。室内緑化には、人の目を楽しませたり、心を癒すばかりでなく、空気中の有害物質を浄化する働きがあります。また、植物は室内や屋外の湿度の安定化調節にも役立ってくれます。植物と土壌は完全な環境調和的な空調装置をつくり上げてくれるといえます。

5. まとめ

本論文では、環境と建築の関係をテーマにバウビオロギー住宅について、バウビオロギーとは何か、今何が問題となっているか、これからどうすればよいかを調べました。

そしてそれらの事を踏まえた上でこれからの住宅に出来る対策を大きく3つに分けて調べました。自然建材の利用、太陽の利用、緑の利用です。自然建材は、実際に見て、匂いを嗅いで自分に合うかどうかを確かめることが大切です。太陽の利用としては、太陽光エネルギーは他の水・地・風などに比べ、とても多くもっと有効に利用する方法を考えることが大切だと考えます。また、緑化ですがこれは屋内の温度調整、CO2の削減だけでなく鳥などの生活空間の役割も同時に満たし、自然生態系のバランスの回復にも役立ちます。

以上のように今日、様々な自然をとり入れた住宅が出てきています。しかし、そこに住む人が実際に健康であるかは住む人が判断することです。今後はもっと効率よく自然を使い、自然と共存した住宅について研究開発してゆくことが重要であると思われます。

参考文献

- (1) 健康な住まいづくりのハンドブック ひと・環境計画(石原知久、大川健、嶋津民男、白石蔵、高橋元、濱田ゆかり) 建築資料研究社
- (2) 健康な住まいを手に入れる本 (小若順一、高橋元、相根昭典、足立和郎、岩泉好和、塩谷幸彦、槌田博、寺澤雅彦) コモンズ
- (3) バウビオロギー新しいエコロジー建築の流れ 佐々木徳貞 学芸出版社
- (4) シックハウス事典 日本建築学会 技報堂出版
- (5) シックハウス対策のバイブル 日本建築学会 彰国社
- (6) 住まいのエコ建材・設備ガイド 風土社
- (7) シックハウス症候群
(<http://www.ylw.mmtr.or.jp/~noryuasa/sick.html#mokuzi>)
- (8) 日本バウビオロギー研究所 (<http://www.i-look.ne.jp/baubi/>)
- (9) 建築雑誌 Vol.117 日本建築学会
- (10) OMソーラー協会 (<http://www.omsolar.co.jp/>)
- (11) 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会
(http://www.meti.go.jp/report/committee/data/g_commi08_04.html)
- (12) JPEA 太陽光発電協会 (<http://www.jpea.gr.jp/index.html>)
- (13) 住宅特集 2003.01