

地下空間における温・湿度特性に関する一考察
—トルコ共和国・カッパドキア地方の地下施設について—

CHARACTERISTICS OF TEMPERATURE AND HUMIDITY IN UNDERGROUND SPACE:
TROUGH INVESTIGATION AT CAPPADOCIA, TURKEY

清木隆文・アイダン オメル..・西 淳二...・市川康明....
Takafumi SEIKI, Ömer AYDAN, Junji NISHI and Yasuaki ICHIKAWA

The statement of the temperature and humidity is a key point of the environment in underground utilization. Even now, new underground and semi-underground facilities, e.g. the warehouses for vegetables, the hotels, the houses and the shops are constructed in Cappadocia, Turkey. The authors mainly investigated the environment and structure of the semi-underground warehouses and residences. In this paper, the statement of the new underground space is introduced with the condition of the temperature and humidity. Furthermore, this paper describes the reason why the underground facilities are so often used in Cappadocia area. It is clarified that the tendency of the underground environment in Cappadocia should be similar to that of normal residence in Japan.

1. はじめに

地下空間の快適性を推測するにあたり、その空間が持つ温度・湿度特性が大きく関係している。ここで目を海外にむけると、トルコ共和国・カッパドキア地方には古くから地下住居が存在している。その大半は、世界遺産として保存の対象となっているが、一部の半地下住居には手が増えられ、生活場所あるいはホテルとして活用されている。この地域は古来地下を利用できた要因の一つとして、人力による地盤掘削の容易さが挙げられるが、現在でも機械掘りで新たに空洞が作られており、主に食料品等の倉庫として活用されている。

この地方の地下空間利用は世界的に見て稀であるが、比較的生活に密着した形で利用が進んでいる。著者らは、デリンクユ地下都市を古くから地下をどのように使って来たかを歴史的・地質的観点から調査している。今回の調査(1998[平成10]年2月28日～3月2日)では、半地下型および地下型施設(倉庫、商店、住宅、都市(地下都市デリンクユ))において、人々が利用する環境としてどの程度優れているかを温度・湿度測定を通して調査したが、現在もトルコの共同研究者に依頼して調査を継続している。ここで“半地下型”施設とは、地下にある施設空間と外界からの出入り口が直結していて、その高さが同じレベルにあるものとし、例えば四方向の壁のうち少なくとも一方向が外界と直結する開口部である構造が代表的である。一方“地下型”施設は、外界との出入り口よりも施設空間が低い

キーワード：トルコ共和国・カッパドキア地方、地下空間利用、温度・湿度計測

*	正会員	名古屋大学助手	大学院工学研究科地圏環境工学専攻
**	正会員	東海大学助教授	海洋学部海洋土木工学科
***	フェロー	名古屋大学教授	大学院工学研究科地圏環境工学専攻
****	正会員	名古屋大学助教授	大学院工学研究科地圏環境工学専攻

位置にあり、その大半が外界と間接的に繋がっているものと定義した。本研究では、調査した半地下型、地下型施設の概要を説明するとともに、現在の建物と比較して、快適性について考察する。最後に、日本にトルコと同様な地下空間利用を行うための問題点をまとめる。ここでは、温度・湿度をキーワードとして地下施設の使用する環境について考察を行う。住環境について議論する場合は、換気あるいは採光などについても評価する必要があるが、倉庫、ホテル、商店、住居を同じ基準で比べるために考えない。

2. トルコ・カッパドキア地方の特色

カッパドキアは、トルコ共和国のアナトリア中央部におよその広さ 25,000 km² の地域を示す。現在の地質は、主にその地域の周辺にある三つの 3000m 級の活火山 (Mt. Erciyes, Mt. Hasandağı, Mt. Göllüdağ) の火山活動によっておよそ 1000 万年前から 200 万年前にかけて形成された。そして、150 万年前から風化が始まり、現在の特異な地形へと至っている¹⁾。この地域一帯の構成岩石は、主に凝灰岩である。これは火山活動に伴う火山生成物が層状に堆積した結果によるものである。火山活動の年代により異なる凝灰岩層が堆積しているが、古くから地下都市を作ってきた層は、Kavak (凝灰岩) 層と呼ばれ、比較的厚い層を構成し、厚いところで 300 m、薄いところでも 80 m の層厚を持つ。Kavak 凝灰岩の一軸圧縮強度は 60 kgf/cm² 程度と弱く²⁾、古代の人々は、幸運にも地下に都市 (町) を当時の単純な掘削道具で建設できる材料が身近あり、非常に恵まれていたことになる。

はじめて人々がこの地域に定住したのは、新石器時代である。当初はごく自然に地表に住居を作り住んでいたようであるが、古くペルシャ時代 (紀元前 401 年ころ) には地下都市としての機能の原型が十分備わっていたという記録³⁾があることから、初めて人々が地下に住みはじめたのは、2400 年以上も前ということになる。なぜ地下に住み始めたかという謎に対して、キリスト教徒の迫害からの逃避、火山噴火に伴う自然災害からの回避など説があるが²⁾、定かではない。ただこの地域の気候について見ると、乾燥帯のステップ気候に属しており、夏は暑く最高で 36℃⁴⁾ になり、7 月から 9 月の一日の温度差は最大 22℃⁴⁾ と昼夜の差が大きい。一方、冬は寒く最低で -18℃ まで下がり、年間の最高気温と最低気温の温度差は 50℃ 以上にもなる。また降水量も少なく、典型的な大陸性気候を示している。樹木の無い不毛の地で、古代の人々が厳しい気候の中で、少しでも快適な住環境を得るために、掘りやすい凝灰岩質の地盤を掘り、地下あるいは半地下住宅を作ったというのは納得できるところである。

3. 現代における地下空間利用法

カッパドキア地方は、古くから世界にも稀な程地下空間利用を推し進めた地域であり、何百もの地下住居、洞窟墓地、岩窟教会が点在する。その多くが大切に保存されていることより、“カッパドキア地下都市群”として世界遺産にも登録されている。その景観を維持するために、商店やホテル、民家までも、この地域で産出される凝灰岩を化粧板として使う義務が課せられている。現在、この地域では地下空間を遺跡として保存しているだけでなく、実用空間として新たに掘削したり、古くからある地下空間を修繕・改良する開発が推し進められている。カッパドキア地方で、今なお地下空間が盛んに使われているのはなぜだろうか。ホテルなどの公共的に使うものについては、もの珍しさを醸し出すことによって、観光客を呼ぶものとなることが十分考えられるが、果たしてそれだけであろうか。歴史的な背景はさておき、実用にも適うが故に現在でも積極的に地下 (特に半地下) が活用されていると思われる。著者らが環境・地質に関する調査を進めている所を代表例として、実際に用いられている地下空間を紹介する。

3.1 半地下型ホテル

観光地であるカッパドキア地方には、その珍しさを誇張するかのように半地下型のホテルが点在する。その中でも奇岩ホテルとして名高い、Alfina Hotel (5 階建て、西向き) はその典型である。著者らが訪れた時期 (1998 [平成 10]

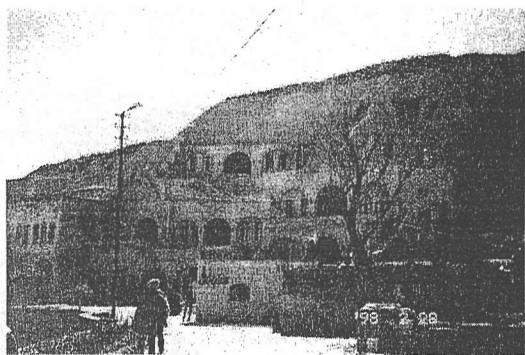


写真-1 半地下型ホテル (Alfina Hotel).

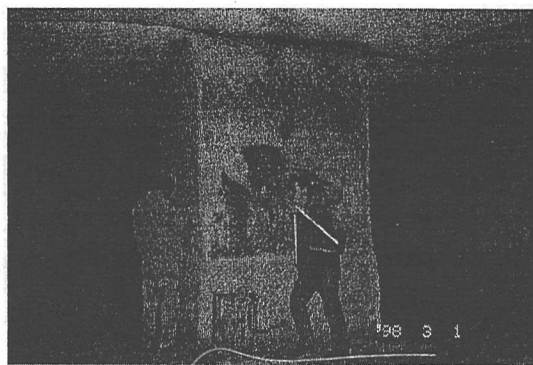


写真-2 半地下型倉庫の内部および支柱.



写真-3 半地下型倉庫の正面.

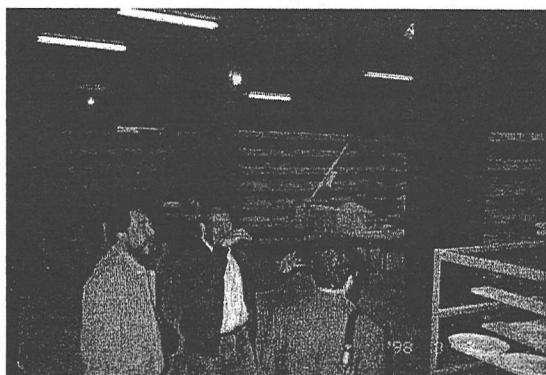


写真-4 地下型商店の陶器乾燥室.

年2月28日～3月2日)は残念ながら閉鎖されていたため、宿泊することは出来なかったが、かえって問題なく調査を行うことができた。ホテルの各部屋は素掘りであり、部屋の中にはベッド、机、洋服ダンスなどあるだけで閑散としている。エアコンおよびヒーターが装備されていないので、寒さの厳しい冬季の宿泊は快適といえない。反対に夏季は涼しく快適であると推測される(写真-1)。

3.2 半地下型倉庫

カッパドキア地方にある Ürgüp, Avanos 等の町から一歩足を踏み出すと、荒涼たる不毛の大地であるが、郊外には機械掘りの横穴が山々の麓に掘られている。しかも無支保である。これらの多くは半地下型の倉庫として使われている。その中の一つを著者らは調査した (Azimli Co., Ortahisar) が、高さ 5 m、幅 11.5 m、奥行き 25.4 m、土被り 4.5 m の空洞に入り口から奥行き方向に 3.9 m、7.65 m、6.3 m の間隔で空洞の横幅の中央に支柱を残し、無支保で掘削されていた(写真-2)。ここは実際に野菜、果物を大量に保存するための商業用倉庫として活用されていた。屋根にあたる所には空気穴が数カ所設けられていて、換気も行われているとは言え、倉庫内はひんやりとしていて、自然の冷蔵庫として十分機能していることが伺われた(写真-3)。

3.3 地下型商店

Avanos に 7 代、200 年にわたって地下を商売の場所としている Sirca という陶器屋がある。ここでは、陶器の製造および販売を行っている。売り場と工場を併せて 10 以上の地下空間が複雑に通路で繋がっていて、一つの地下都市の

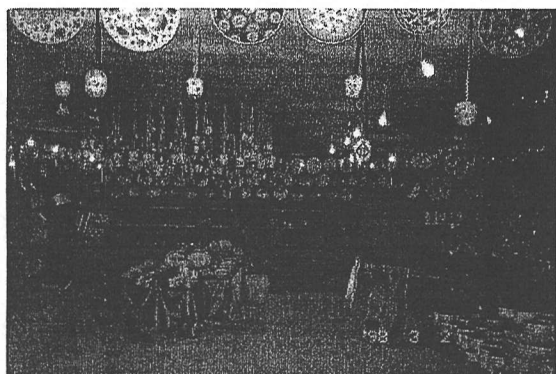


写真-5 地下型商店のショールーム。

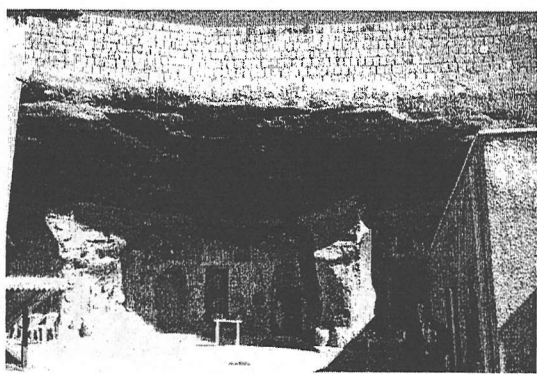


写真-6 地下型商店正面入り口（南向き）。

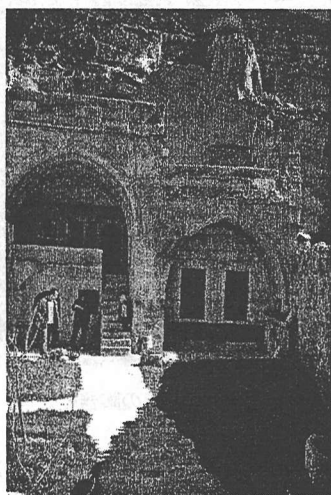


写真-7 半地下型住居（南向き）。

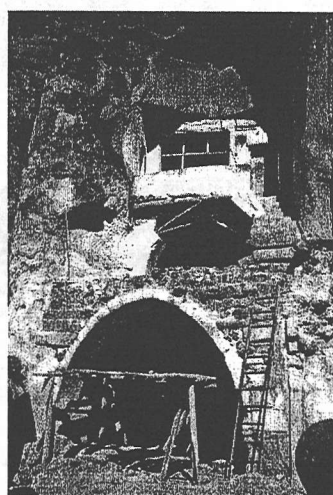


写真-8 改修中の半地下型住居（東向き）。

様である。売り場は地下型のものと半地下型のものがある。製造工場は地下型である。特に、地下の特性を生かしていると考えられるのは、陶器の製造過程中の乾燥過程である。陶器を焼く前に十分乾かす必要があるが、その品質を保証しているのが、地下に設けられた乾燥室である。オーナー曰く、陶器を成形後ゆっくりと乾燥させるには、湿度が一定で最適の環境であるとのことであった（写真-4）。地下にある売り場は、通常明かりをつけていなので、真っ暗なであるが、部屋に明かりを灯すことによって、何も見えない闇から一転して一面に美しい絵皿が浮かび上がる光景は壮観である（写真-5）。現在もこの陶器店は新規に増築（掘削）を進めている。地下空間を有効に長期にわたり利用している例の一つである。陶器屋の正面入り口から見て、天井にあたる部分の土被りは5m以上の厚さがあり（写真-6）、その上にはなだらかな丘陵地が広がっていて、一族の墓地となっている。高台に墓地を築いて先祖を葬り、その下の空間を生活の場に利用する形式はこの地域の特色の一つである。

3.4 半地下型住居

古くに作られた半地下型住居を改築し、内部を現在の暮らし向きに直している場所が Ürgüp で多く見られた。これらの半地下住居は驚くことに個人所有であり、改築を行う際に改築申請をトルコ文化省歴史的遺跡保存局に行い、許可をもらうとのことである。この際、地質および建築の専門家に詳細な構造的な検査を実施する必要があり、安全性が保証された場合にのみ許可が下りるようになっている。さすがにライフラインなどの利便性を考えて、町の郊外にあ

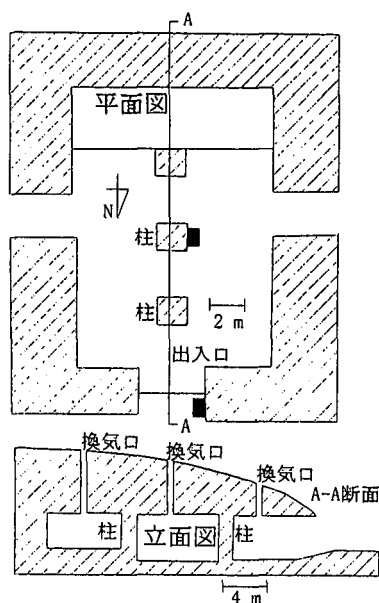


図-1 半地下倉庫の平面図および立面図。

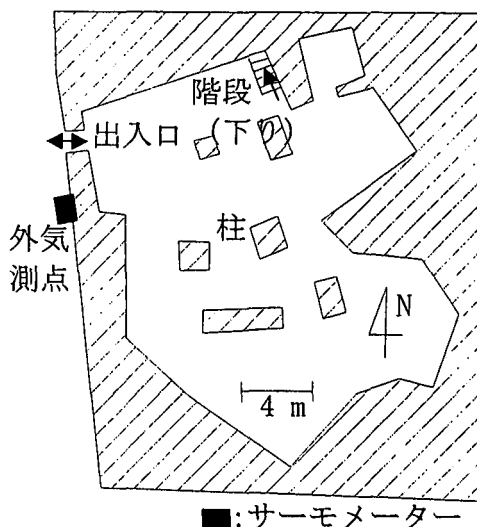


図-2 地下商店 (Store 4) の平面図。外壁で外気の温・湿度を測定。天井高さ 2.25 m, 土被り厚約 10 m。

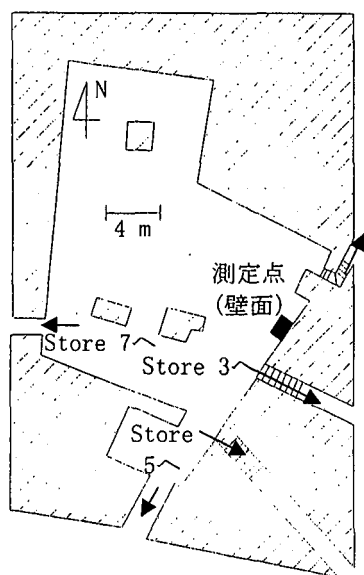


図-3 地下商店 (Store 5) の平面図。天井高さ 2.5 m。

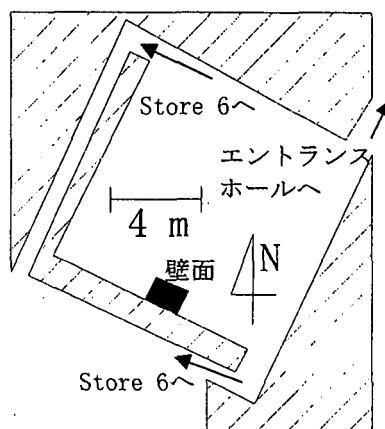


図-4 地下商店 (Show room 6) の平面図。天井高さ 2.5 m。土被りの凝灰岩層厚 3.5 m。

る半地下型住宅を改築する人はいないようである。著者らが調査した半地下型住居 (Atilla 氏の住居) は、三層からなり、一階 (約 80 m²) は、リビング、キッチン、トイレ等を備え、2階はベッドルーム、ベランダ、3階は未改築で教会および墓地跡がそのままの形で残されていた (写真-7)。また、この住居のすぐ傍に素掘りの地下室がある。Atilla 氏によると、かつて地下室には家畜を飼っていたらしいが、現在は夏季にベッドルームとして使われ、非常に快適とのことであった。この住居周辺には数多く放置された半地下型住居が残っているが、そのいくつかは人の手が入り、改築が進んでいた (写真-8)。歴史的背景を大切にしつつも、現代の生活に合うように半地下型住居を改築し、遺産

を有効に利用している。

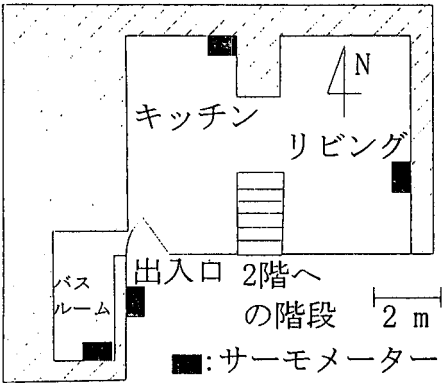
4. 温度・湿度の調査方法

ここでは、3章で紹介した場所の温・湿度の測定方法について説明する。温度・湿度の測定には、自動計測サーモメーター（タバイエスペック社製、RS-10）を用いた。地下空間と地上（外気）の特性を調べるには、1日の温度差が大きい夏季が適当とされるが、著者らが現地にて、今回報告する温度、湿度測定の際に、トルコの研究グループと共同で調査するスケジュールの都合上、この時期（春季）に行うことになった。この調査で参考にした調査例^{3),4)}を以下に紹介する。

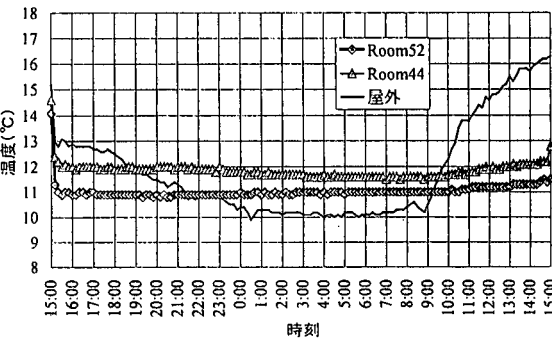
4.1 カップパドキア地方の地下住居の環境調査例

カップパドキア地方は、世界的にも地下空間を有効利用していることで有名な地域であるが、温度・湿度の調査実績は驚くほど少ない。ここでは、地下都市デリンクユ(Derinkuyu)の住環境を調査した例^{3),4)}を紹介する。この調査は、温度・湿度および地下空間内の空気の流れ（風向）について行ったものである。地下都市デリンクユは、約地下 43 m まで掘られた換気シャフトを中心に地下 1 階から地下 8 階の各層がそれを取り巻くように配置されている。文献 3 では、デリンクユの構造を測量し、3 次元的な各階層ごとの部屋の広がり进行を明らかにしている。これをもとに地下 8 階

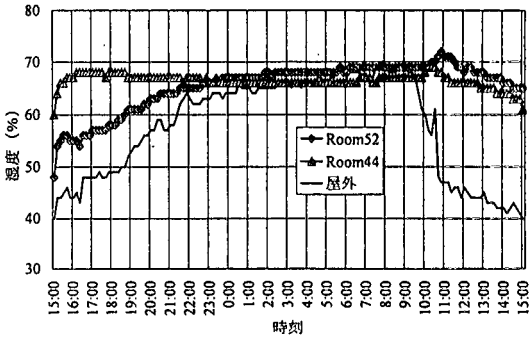
までの適当な部屋を選んで 1996 年 9 月³⁾、1997 年 8 月⁴⁾に調査を行っている。文献 3 では、地下都市の 20 ヶ所（各階層 2 ヶ所以上）の測点を選び、3 時間毎にデジタル温・湿度計で温度、湿度を自動計測し、結果をアスマン温度計の測定結果をもとに校正している。1994 年の冬季に測定したデータと併せて考察し、地下 4 階（地下 10.65 m）以下では、温度が 11℃～12℃、湿度が 90%以上で安定していること示した。文献 4 では、サーモレコーダーを地下都市の 10 ヶ所に設置し、人為的な空気の流動の落ち着く夜間、30 分毎に温度・湿度を測定している。この結果、温度・湿度とも地下 3 階（地下 6.6 m）より上層部では、外気の影響を受けて引きずられるように変化していることが明らかになった。また、一定時期、外気の最低気温が 10℃以下に下がり、それに伴って地下 5 階以下の温度も低下していることから、地下都市に外気が流入していると結論づけている。



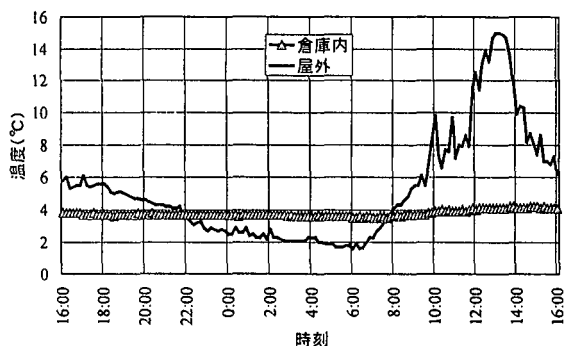
図—5 半地下型住居（1 階部分）平面図。天井高さ 2.5m ～ 3.5m。



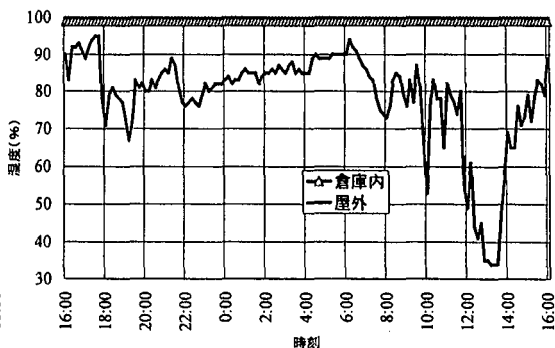
図—6 ホテルの温度経時変化。



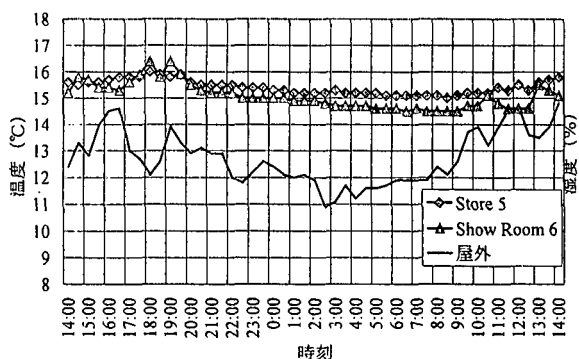
図—7 ホテルの湿度経時変化。



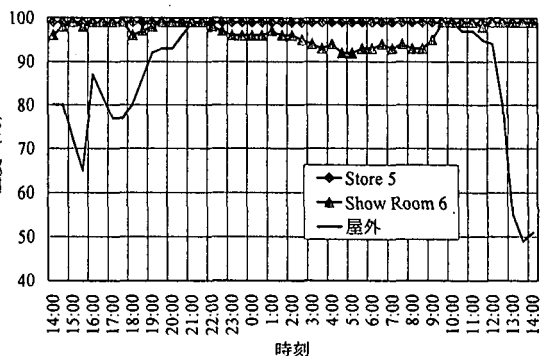
図—8 半地下型倉庫の温度経時変化.



図—9 半地下型倉庫の湿度経時変化.



図—10 地下型商店の温度経時変化.



図—11 地下型商店の湿度経時変化.

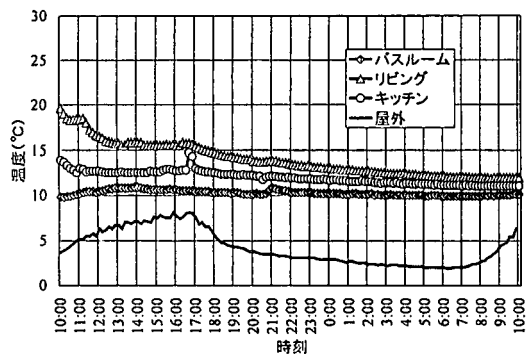
4.2 計測概要

著者らが現地を調査する際には、文献4の方法に従った。特に自然な地下空間の温度・湿度のデータを計測することを目的としているので、測定を行っている間は、できるだけ非日常的な行動を避けるように所有者に協力を依頼した。なお、サーモメーターは直射日光を避け、測定する場所を代表すると考えられる位置を選び、壁面あるいは棚に設置した。半地下型倉庫、地下型商店、半地下型住居の平面図および各測定点は、図—1 から図—5 に示した。なお、各図の斜線部分は凝灰岩層である。つぎの章で考察する結果は、1998 (平成10)年2月28日～3月2日で各施設におけるデータを整理し、温度、湿度それぞれ1日の変化を示した。なお、半地下型ホテルに関しては、トルコの研究グループによって新たに(1998年4月24日～25日)測定されたデータを整理した。さらに、半地下型住居と現代の一般的な住居の環境を比較するために、国内の一般住居の温・湿度測定(1998年3月13日～3月14日)も併せて行った。

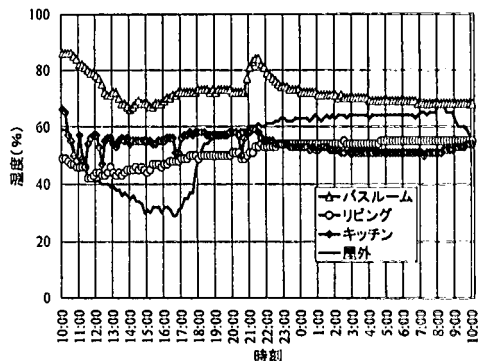
5. 温度・湿度の測定結果について

5.1 半地下型ホテル

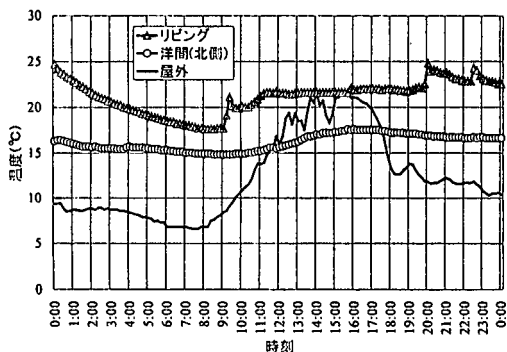
Alfina Hotel の5階(Room52)、4階(Room44)の部屋内部と外気の温度・湿度について各1ヶ所測定した結果を示す(図—6、図—7:測定期間)1998年4月24日15:00～4月25日15:00)。室温は各階ともに外気温の変化があるにも関わらず、11℃から12℃の間で推移していることがわかる。一方湿度は、各部屋は壁を一枚、戸口を隔てて外気に触れている影響が見られ、ゆっくりと変化も小さいが、外気の湿度変化を追従する傾向が見られた。この傾向は前回(1998年3月1日～3月2日)に測定した時には見られない傾向であった。3月に測定した時よりも今回の方が、全体的に外気温の高いことが間接的に湿度変化の大きさに影響を及ぼしたと考えられる。



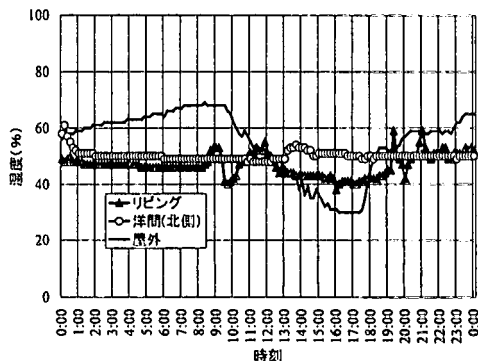
図—12 半地下型住居の温度経時変化.



図—13 半地下型住居の湿度経時変化.



図—14 一般住宅（日本）の温度経時変化.



図—15 一般住宅（日本）の湿度経時変化.

5.2 半地下型倉庫

半地下型倉庫は、完全に締め切られた倉庫内と外気の温度・湿度を各1ヶ所計測した（図—8、図—9：〈測定期間〉1998年3月1日16:00～3月2日16:00）。測定結果は、倉庫内の温度が4℃で一定、湿度100%と食品（野菜や果物）の倉庫として非常に適している結果を示している。土被りが非常に浅い場所（4.5 m）でも優れた天然の食料倉庫となりうるということがわかる。1年を通して比較的乾燥しているこの地域において、地下空間が古くから利用されている理由の一つであろう。

5.3 地下型商店

店全体が地下にある陶器店兼工場において、売り場の中で、入り口に比較的近い売り場（Store 5）および完全に奥まったところにある売り場（Store 6のShow Room、以下Show Room 6）の各1ヶ所で温度および湿度を測定した（図—10、図—11：〈測定期間〉1998年4月23日14:00～4月24日14:00）。店内の気温は、人間が内部で活動しているために外気温に比べて高く、15℃から16℃の間で保たれている。ただし、売り場と売り場を結ぶ通路に戸がないため、外気温の変化を追従する傾向が見られる。先の半地下型倉庫と対照的に、地下が保温に優れている傾向を示唆している。湿度は日中ほぼ100%を示しているが、夜間になると完全に奥まったところにある売り場（Show Room 6）で外気と全く同じ挙動を示していた。著者らが調査した他に何らかの換気設備があると考えられる。

5.4 半地下型住居

半地下型住居において、一階のバスルーム、リビング、キッチンそして屋外の4ヶ所の温度および湿度を測定した（図—12、図—13：〈測定期間〉平成10年3月1日10:00～3月2日10:00）。3月1日の午前中まで、Atilla氏の家族

が生活していたので、リビングの気温は高かったが、それ以後留守をしたので生活活動が止まり、12℃に漸近してゆく経過が見られた。キッチンに関しても同様の傾向が見られ、11℃辺りで一定の温度を示している。バスルームは、頻繁に使わないため、ほぼ10℃となっていた。外気温が8℃以下で変化していることから、如何に半地下住宅が保温性に優れているかがわかる。湿度に関しては、バスルームの湿度が高くかつ外気の変化に影響を大きく受けている。これは、バスルームに水まわりの設備が多く、換気ダクトも壁を隔てて直接外気に繋がっているためにこのような傾向を示すと考えられる。ここで、一般的な住宅の環境を代表させて日本の住宅（愛知県豊田市、築3年、鉄骨2階建てアパートの2階、南北に窓のある2LDK）のリビング、北側の洋間、屋外の温度および湿度の経時変化（図—14、図—15：（測定期間）1998年3月13日0:00～3月14日0:00）と比べてみると、保温性は半地下住居の方が優れている反面、日本の住宅の方が保湿性は、優れている傾向が見受けられる。

6. 日本国内に同様の施設を設ける場合の問題点

3章、4章、5章でトルコ・カッパドキア地方において地下空間が如何に使われていて、またどのような環境を持つか温度および湿度の経時変化に注目して説明した。確かにカッパドキア地方は、歴史的、風土的に地下空間を利用せざるを得ない環境の中で、積極的に利用範囲を広めてきたといえる。また、世界遺産として将来にわたり、この地の景観を保存してゆくためには、地下を利用することが最良の選択となる。しかしながら、この立場が日本にそのまま当てはまるかといえば、そうもいかない。まず、地質条件の違いである。日本では、カッパドキア地方のように無支保で簡単に地下空洞を作り出せる恵まれた地質条件は稀であるため、簡単には掘れない。日本に負けず劣らない地震国であるトルコで、歴史的に見て、地震を経験済みの地下空間が建設できるという現状を考えると、無支保で地下空間を作り出すことの難しい日本では、用地買収問題を別にして、地上構造物よりも建設費が高く成らざるを得ない。

日本でも地下空間を作れば、年間を通して地下は保温性に優れていることから、冷暖房で費やされる消費エネルギーの軽減に有効である⁹⁾ことは簡単に推測できる。事実、大谷石採石場の空洞（栃木県宇都宮市大谷町）では、実験的に地下の恒温性を生かす試みとして、食料倉庫が作られた経緯がある。恒温という地下の特性を生かして地下あるいは半地下の施設を設置する環境（建設費が高くとも、地下の持つ利点を生かすことを最優先する意識）さえ整えば、平野が少なく山岳、丘陵地の多い日本の地形を生かして、地下施設を建設する方向に動くことが十分考えられる。一方、地下空間の湿度の高さに注目すると、温帯モンスーン気候に属する日本では、降水量も多く、地下水位が非常に高いので地下および半地下に施設を作るときには高い湿度とそれに伴う結露と戦わなければならない。倉庫や特定の工場では、適度の湿気と恒温であることが相乗効果となって、逆に品質を高めたり、保存に適していることも十分考えられるが、住居や博物館では、除湿を機械的に行うことは避けられない。例えば、飛騨高山まつりの森の高山祭り美術館（岐阜県高山市千鳥町）では、高山祭りに用いる屋台8台をはじめ、貴重な工芸品を地下ドームに展示しているが、極端に湿気を嫌い、保存に最適な湿度が決まっているので、湿度の管理には大変気を使っている。また、MIHO MUSEUM（滋賀県甲賀郡信楽町）では、美術館の壁面と地山を支える擁壁との間に空間を設けて建物の壁面に直接土圧が作用しない構造にするとともに、ドライエリアを設け漏水・湿気対策を行っている⁹⁾。住居は、美術品程湿度に敏感でないにしても快適な住環境を得るため、建設費以外にも、除湿・換気などの設備稼働費用の負担増が考えられるので、自然換気による空調などの工夫が必要とされる。

7. まとめ

トルコ共和国・カッパドキア地方では、“カッパドキア地下都市群”として世界遺産に登録された現在もおお盛んに地下空間を生活に密着して利用している。本研究では、この地域を対象に温度・湿度をキーワードとして、地下施設を使用する環境について考察を行った。なお、本研究で扱う“半地下型”施設とは、地下にある施設空間と外界か

らの出入り口が直結していて、その高さが同じレベルにあるものを示し、“地下型”施設は、外界との出入り口よりも施設空間が低い位置にありその大半が外界と間接的に繋がっているものと定義した。今回（1998[平成 10]年 2 月 28 日～3 月 2 日）、半地下型ホテル、半地下型倉庫、地下型商店、半地下型住居の 4 施設について調査を実施した。その特徴および温・湿度特性は以下のとおりである。

- (1) 半地下型ホテル：奇岩ホテルとして名高い Alfin Hotel を対象とした（5 階建て、西向き）。ホテルの各部屋は索掘りであるが、比較的湿度が低く、温度もある程度恒温状態に保たれている傾向を示していた。冬季、快適に過ごすためにはヒーターがなければ過ごせないが、夏季を過ごすには風通しささえ確保すれば、十分快適であると思われる。
- (2) 半地下型倉庫：Ürgüp の郊外にある半地下型倉庫（Azimli Co., Ortahisar）は無支保で掘削されていた。温度が 4℃で湿度 100%と天然の冷蔵庫として十分機能していた。食料を保存する設備として実用に耐えうるものであった。
- (3) 地下型商店：Sirca という陶器屋（Avanos）は 200 年にわたって地下で商売をしてきた。複雑に繋がる部屋（売り場）はデリンクユ地下都市のようであった。売り場では、人間生活の場として盛んに活用されているため、外気温に比べ高い保温性が見られた。また、地下の恒温性・恒湿性が陶器の乾燥過程に生かされていた。
- (4) 半地下型住宅：古くに作られた半地下型住居を現代の生活様式に合わせて改築した場所が Ürgüp で多く見られた。このような住宅を個人で所有して改築するためには、トルコ文化省歴史的遺跡保存局に申請を行う必要がある。著者らは Atilla 氏所有の半地下型住居（3 階建て、南向き）を対象として、1 階の生活空間を調査した。バスルームなど換気を重点的に行う部屋を除き、リビングなどは保温性に優れている傾向が見られた。この傾向は、最近の住宅（愛知県豊田市、築 3 年、鉄骨 2 階建てアパートの 2 階、南北に窓のある 2LDK）と比較して、住環境が決して劣っていないことから伺えた。

日本国内に同様の施設を設ける場合について考えると、カッパドキア地方のような恵まれた地質条件を満たすところがないので、掘削工事、支保工事など構造物を建設する時の費用が高くつくことは避けられない。また地下水位も比較的高く降水量も多い為に、湿度が高いので、快適な生活のためには、常時除湿を行う必要がある。

今回の調査した地下設備では、現在もトルコの研究グループによって、調査・計測がすすめられている。本研究で示すことのできなかった各施設の全体構造および各季節の温・湿度変化は、今後測定し明らかにする。

謝辞

本研究をすすめるにあたり、共同研究者であるトルコ・Istanbul 工科大学 Erdoğan Yüzer 教授、Mustafa Erdoğan 助教授、Hacettepe 大学 Reşat Ulusay 助教授、Pamukkale 大学 Halil Kumsar 助教授の現地調査における手続き、指導および惜しみない協力に感謝する。また、この研究は文部省科学研究費（国際学術研究）の援助により行われていることを付記する。

参考文献

- 1) Gülyaz, M.E. and Yenipinar, H.(出版年不明): Rock Settlements and Underground Cities of Cappadokcia, Turizm Ltd.
- 2) 嶋田竜紀, 米田崇 (1998): カッパドキアの地下都市と過去から現在の地下空間に関する研究, 東海大学卒業論文.
- 3) 久野正博 (1997): 地下空間の住環境に関する研究—カッパドキアの地下都市デリンクユの事例—, 名古屋大学修士論文.
- 4) 阿部浩紀 (1998): デリンクユ（トルコ共和国）地下都市の住環境に関する研究, 名古屋大学修士論文.
- 5) 稲田善紀, 島崎修, 上田貴夫, 松本喬 (1998): 地下室の保温性に及ぼす諸要因に関する考察, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第 3 巻, pp. 149-158.
- 6) 日経アーキテクチャー編集(1996): MIHO MUSIUM, 日経アーキテクチャーブック, 日経 BP 社.