

夏期における学寮居室の温湿度測定（第1報）

森下 智博*, 上 泰**, 江口 忠臣***

Temperature and Humidity Measurements in Rooms of Student Dormitories during Summer

Tomohiro MORISHITA, Yasushi KAMI, Tadaomi EGUCHI

ABSTRACT

Temperature and humidity in rooms of student dormitories were measured from the end of July to the beginning of November. The purpose is to improve in learning and life environmental deterioration caused by one month delay of summer vacation, although the air conditioner can not be expected because of the financial difficulty and the power saving situation.

Based on daylight to roof, the temperature in upper room is higher than lower room and the humidity is lower during summer vacation. But after vacation temperature and humidity are similar to each room. The temperature in the west end room of dormitory is affected by the evening sunlight. The temperature in the room is higher than the middle room in the evening. But the feature is not obvious after vacation. The effect of daylight to south wall is remarkable. The temperature of south side room was 2°C higher than north side room even in October. A shade of trees is expected to protect against the effect of daylight. The temperature in the protected room is 1.4°C lower than the non-protected room on monthly average in October. The discomfort index in the room is lower except for rainy days.

KEY WORDS : temperature, humidity, discomfort index, dormitory

1. はじめに

明石高専では、多くの大学や一部の高専に倣って、平成19年(2007年)度から、7月中旬から8月末であった夏期休業期間を8月中旬から9月末へと移行させた。これにともなって前期期末試験は、9月中旬から下旬であった試験期間が7月下旬から8月上旬へと変更された。これは、インターンシップ、近隣大学との単位互換、前期授業の連続性など、教育的観点から実施されたものであるが、移行に際して最も懸念されたことが寮生の学習・生活環境の問題であった。

明石高専では、全学生の約20%にあたる159名(平

成19年7月時点)が学寮で共同生活をしている。学寮には男子寮と女子寮とがあり、女子寮には冷房設備が各居室に完備されているが、男子寮には一部の共同利用室を除いて冷房設備がない。男子寮は昭和38年(1963年)および昭和40年(1965年)の建築で、その後の改修工事においても屋上および壁面の断熱は全く考慮されておらず、また通風や換気にも配慮されていない。

豊田高専の鈴木ら^{1,2)}は、夏期休業期間の移行を検討するため、2005年7月6日から8月8日までの約1ヶ月間、気温、相対湿度、風速、放射温度を計測し、学寮の温熱環境を評価している。その結果、7月末までは冷房設備無しでも生活可能であるが、一部の建物

* 機械工学科, ** 電気情報工学科, *** 都市システム工学科

では通風による外気の冷却効果が得られる改修が不可欠であるとしている。また、8月第1週では在寮に適さないとしている。しかしながら、鈴木らも指摘しているように、生活可能であるからといって勉学に集中できるわけではない。期末試験や大学編入学試験のために勉強している学生にとっては、適した学習環境とはいえない。

男子寮の全居室に冷房設備が設置されることが理想ではある。しかしながら、国の財政事情や地球温暖化防止のための消費電力削減の情勢から、当分の間、その実現は困難と予想される。したがって、それに代わる対策が必要である。具体的には、屋上や壁面の緑化・散水、通風の改善、あるいは建物周囲での植樹などが考えられる。

本研究の目的は、男子寮の学習・生活環境改善のための具体策を講じるための基礎データを得ることである。そこで男子寮居室の温度と湿度を測定し、屋上面および各壁面の日射の影響について検討した。

2. 気象データ

2007年における明石市の気温と降水量を図1に示す。図では、気象庁のデータ³⁾から、6月1日午前0

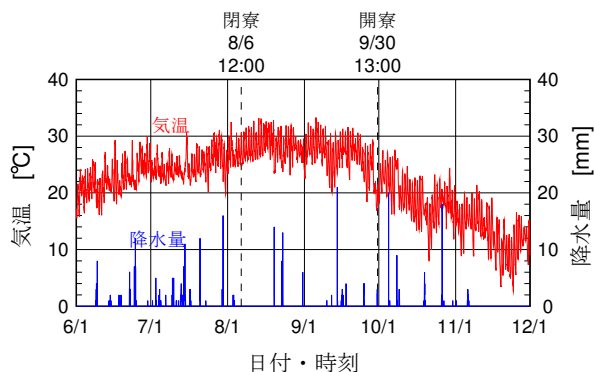


図1 2007年における明石市の気温と降水量

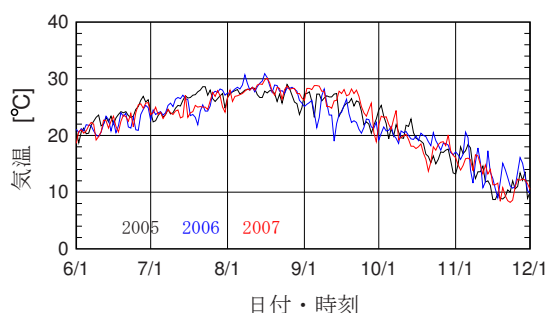


図2 2005年～2007年における明石市の気温

時から12月1日午前0時まで、1時間毎の測定値を引用した。図には閉寮日時と開寮日時を示している。2007年の閉寮は8月6日12時、開寮は9月30日13時であった。また、前期期末試験期間は7月26日から8月3日であった。

図2に2005年から2007年における明石市の気温を示す。図では、気象庁のデータ³⁾から、6月1日から12月1日まで、1日毎の平均気温を引用した。2007年は残暑が9月中旬まで続いたものの、それ以降では前年および前々年と同様に推移している。後で示す学寮居室の温度測定値において、開寮日以降では平年的な数値と考えてよいと思われる。

2005年と2006年の7月および9月の気温に注目すると、夏期休業期間を移行させても生活環境としては大差がないように見える。しかしながら、7月が降水量が多い時期であることを考慮すれば、やはり7月の方が不快であろうと想像できる。また、試験期間にあたる7月下旬から8月上旬と9月中旬から下旬を比較すると、両期間の気温には明瞭な差異があるばかりか、気温が日を追って上昇していく時期と下降していく時期との違いがあり、さらに降水量や湿度を考慮すれば、7月下旬から8月上旬を期末試験期間とするには、寮生の学習環境に配慮が必要であると思われる。

3. 測定条件と測定方法

3-1 学寮の建築条件

図3に学寮の建物配置と方位を示す。学寮は、片側一車線で両側に歩道をもつ一般道に面しており、一般道の先には低層の住宅と工場、および田畑がある。図の建物周囲の白色部分はアスファルト道路、薄緑色は土・芝生および樹木の部分である。居室の温湿度を測定したのは図の右側中央に示されるA寮（男子低学

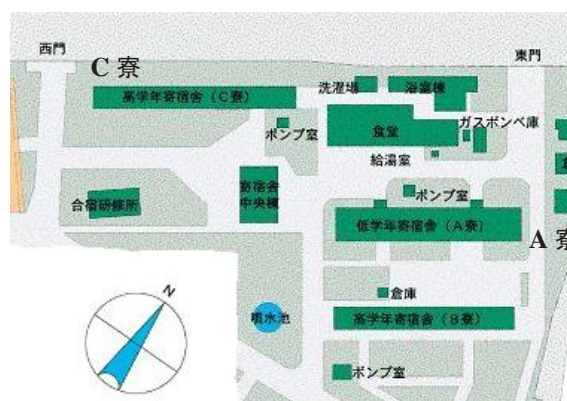


図3 学寮の建物配置と方位

年寮)と図の左上に示されるC寮(男子高学年寮)である。

A寮は昭和38年(1963年)3月建築のRC構造3階建てで、改修により一部がS構造となっている。図4に示すように、南東面側と北西面側に居室がある中廊下型の居室配置である。図5に、A寮の東南面からの外観を示す。A寮の周囲には樹木はなく、屋上および四面の外壁は直射日光にさらされる。

C寮は昭和40年(1965年)3月建築のRC構造4階建てで、図6に示すように、南東面側に居室、北西面側



図7 C寮遠景

に廊下をもつ片廊下型の居室配置である。図3に示すC寮周囲の薄緑部分には屋上まで伸びる樹木が何本もあり、C寮を取り囲んでいる。図7に、校舎側から見たC寮の遠景を示す。

なお、A寮3階およびC寮3,4階の居室配置は、それぞれの2階と同じである。

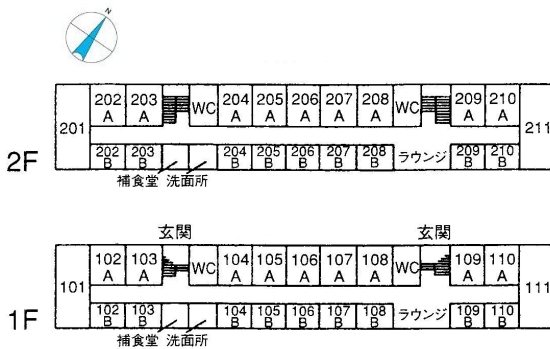


図4 A寮の居室配置



図5 A寮東南面の外観

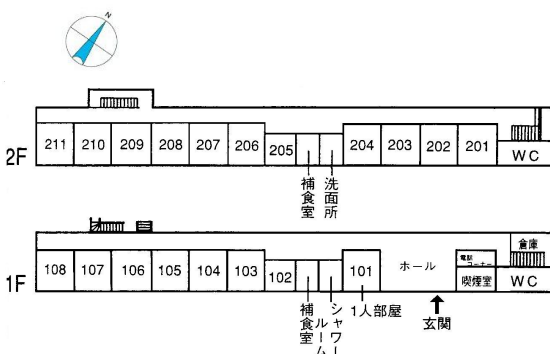


図6 C寮の居室配置

3.2 測定方法

使用した測定器は、温度と湿度が同時測定できる2チャンネルタイプ11個と、温度のみが測定できる1チャンネルタイプ8個である。測定器の仕様は、温度センサがサーミスタ、測定精度 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、分解能 0.1°C で、湿度センサは高分子湿度センサ、測定精度 $\pm 5\%$ 、分解能1%である。測定に先立って測定器の器差を確認するため、全器のセンサ部を束ねた状態でそれらの指示値を記録した。その結果、19個の温度測定値には、その平均値に対して $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の差があった。湿度測定値では、 $\pm 5\%$ であった。測定器の測定精度を考慮すれば、各測定器は同等と見なすことができる。

2チャンネルタイプのものはC寮居室とA寮のA居室(北西側)および西端の大部屋に使用した。1チャンネルタイプのものはA寮のB居室(南東側)およびA,C各寮の最上階天井面に使用した。居室用の測定器はベッド周辺に設置し、センサ部が床上約120cmの高さになるようにした。天井面温度用の測定器では、センサ部を天井面に貼り付けた。測定期間は2007年7月30日14時から11月8日12時30分までで、この間30分ごとの測定値を測定器のメモリに蓄積してゆき、期間終了後に記録データを収集した。

閉寮期間中は居室の窓および入口ドアを締め切った状態で通風はほとんどない。また通電も遮断し、居室内に熱源はない。閉寮期間中の居室状態は寮生の生活

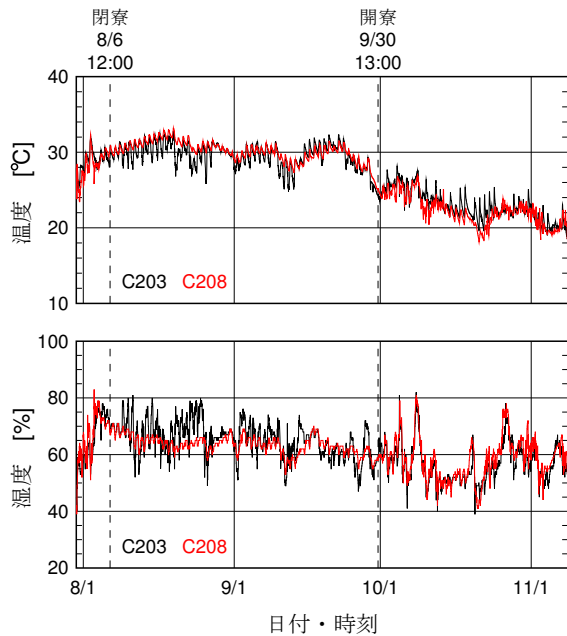


図8 C寮2階における生活状況の比較

実態に委ねた。窓や入口ドアの開放、洗濯物の部屋乾しなど、居室毎に条件がちがう。図8に、生活状況の違いによる温湿度測定値の比較を示す。図中左下に居室番号(図6参照)が示されている。C203室は留学生が利用している部屋で、閉寮期間中も在寮している。一方のC208室は日本人学生の居室で、閉寮期間中は締め切った状態である。閉寮期間中における両居室の温湿度測定結果には、明瞭な違いが見られる。C203室では日中の変動幅が大きいのにに対して、C208室では変動が小さい。C203室の温度に見られる1日の大きな寒暖差は、図1の明石市の気象データにも見られる。したがって、C208室の温湿度に見られる変動幅の小ささは、閉ざされた空間特有のデータであると考えられる。

4. 測定結果

4-1 屋上日射の影響

屋上日射の影響を検討するため、階の違いによる温湿度を比較した。図9にC寮での測定結果を示す。各居室は、図6に示すように、東西位置が同じで階が異なるだけである。図からわかるように、閉寮期間中では上階の方が温度が高く、湿度が低い。冷房設備の設置やその効率的運用を考えるならば、このことは重要な意味をもつ。しかしながら、ここで注目したいのは寮生が生活している開寮期間である。開寮期間では、1階の湿度がやや高い傾向があるものの、温度・湿度

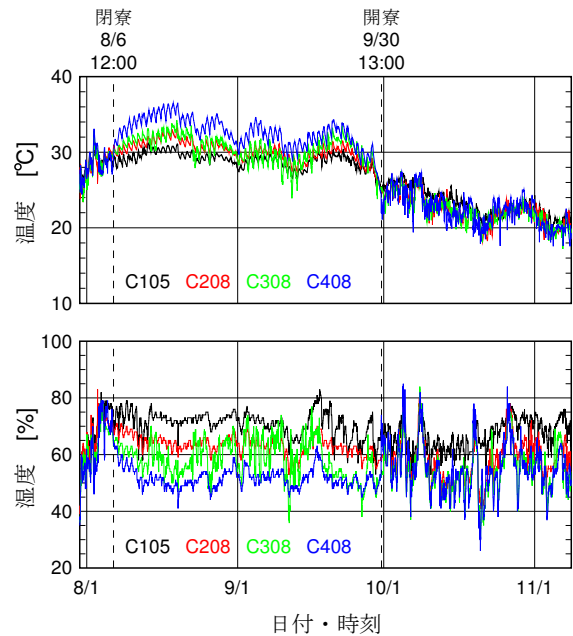


図9 C寮における階の比較

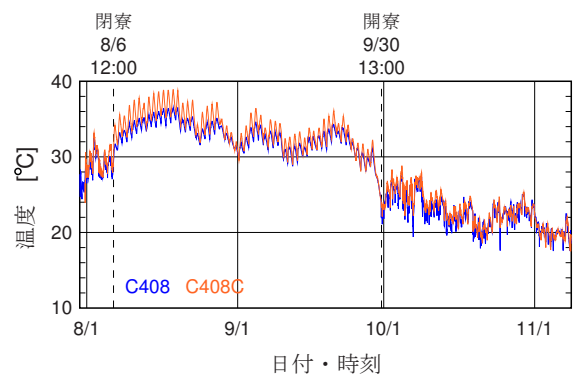


図10 C寮4階における天井温度と室温の比較

度ともに階による明瞭な差が見られない。涼しい時期では屋上日射の影響が少なく、空気が入れ替わることによる外気の依存度が高いと考えられる。10月における各室の平均温度と平均湿度は、C105室が23.6°Cと66%、C208室が22.7°Cと58%、C308室が22.7°Cと55%、C408室が23.0°Cと55%である。

最上階のC408室における居室温度と天井温度との比較を図10に示す。居室番号C408Cにおける後ろのCは、天井(Ceiling)を意味する記号である。閉寮期間中では日中の最高温度に明瞭な差があり、天井温度の方が高い。しかしながら、9月30日の開寮以降ではその差は無視できるほど小さい。10月の平均では天井温度は居室温度よりも0.5°C高いだけである。

A寮でも階の比較を行ったが、その結果はC寮と

同様であった。

4.2 南西壁面日射の影響

C 寮では外周の樹木に遮られるが、A 寮では夕刻に南西壁面に西日が当たる。この影響を検討するため、A 寮西端の大部屋と中央よりの居室とで、温度および湿度を比較した。

図 11 に閉寮期間中の温度変化を示す。3 階の

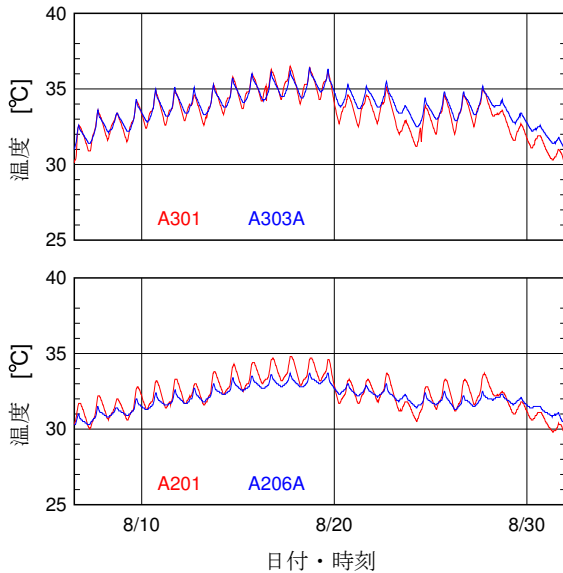


図 11 閉寮期間中における A 寮西日の影響

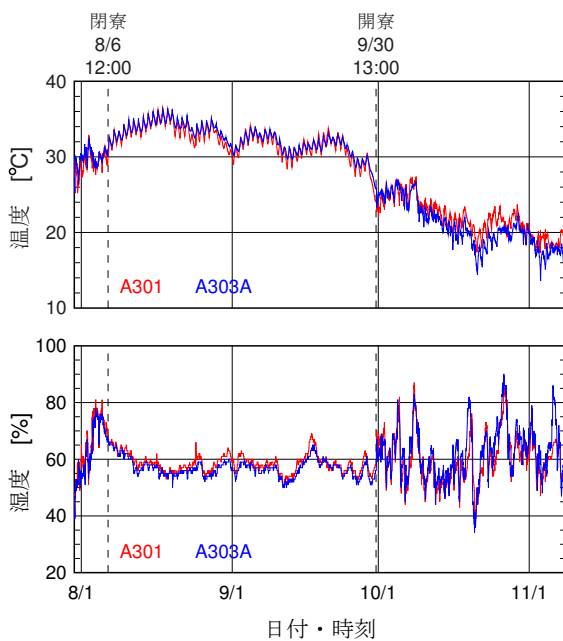


図 12 A 寮 3 階における西日の影響

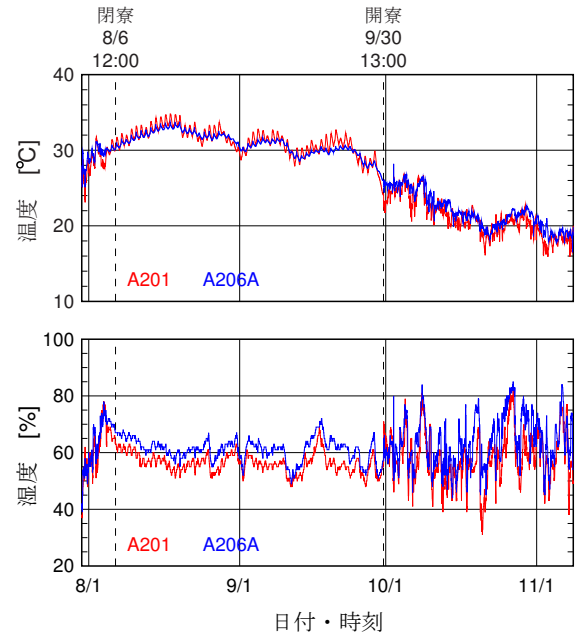


図 13 A 寮 2 階における西日の影響

A303A 室と 2 階の A206A 室とでは東西の位置が異なるが、A303B 室と A306B 室との比較では有意な差は認められなかった。2 階では日中最高温度が西端の大部屋である A201 室が高く、西日の影響が現れているものと解釈できる。3 階では 2 階のような特徴は見られないが、A206A 室と比較すると両室ともに日中の温度変化が大きい。3 階では西日よりも屋上面日射の影響が強いと考えられる。

図 12 および図 13 に、閉寮期間中を含めた全期間での比較を示す。これらの図からは、9 月 30 日以降の開寮期間において西日の影響が現れているかどうかは明瞭でない。10 月の各室の平均温度と平均湿度は、A301 室が 22.6°C と 60%，A303A 室が 21.5°C と 62%，A201 室が 21.7°C と 57%，A206A 室が 22.5°C と 64% である。

4.3 南東壁面日射の影響

A 寮では午前中から日中にかけて南東面に日射がある。この影響を検討するため、北西面側の A 居室と南東面側の B 居室とで、その温度を比較した。図 14 に測定結果を示す。閉寮期間中では日射の影響が明らかである。どの階でも南東面側の B 居室の方が最高温度が高く、1 日の変動が大きい。また北西面側の A 居室における日中の最高温度は、B 居室の最高温度から少し遅れた時刻に生じている。すなわち A 居室の最高温度は西日によるものである。ここで重要なこ

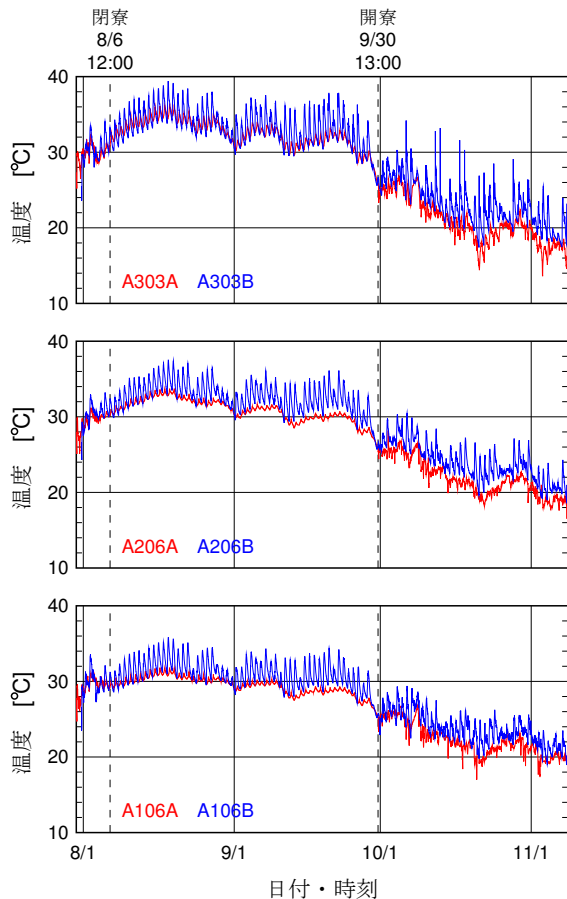


図 14 A 寮各階における南北の比較

とは、B 居室の方が A 居室よりも高温である傾向が、閉寮後 11 月以降まで続いていることである。10 月の各室の平均温度は、A106A 室が 22.6°C、A106B 室が 24.2°C、A206A 室が 22.5°C、A206B 室が 24.7°C、A303A 室が 21.5°C、A303B 室が 23.8°C である。2 階と 3 階では、A 居室と B 居室では 2°C 以上の差がある。

5. 考察

寮生の学習・生活環境の改善には、A 寮の南東壁面日射に対する対策を優先すべきと考える。冷房設備を導入することが難しい情勢において、植樹による日射軽減が有効な対策であると思われる。

図 15 に示す C 寮 4 階の C403 室と C408 室との比較によって、樹木による日射軽減効果を考察する。図 6 および図 7 からわかるように、C403 室は朝から日中にかけて南東壁面に日射を受けるのに対して、C408 室では日射が樹木に遮られる。両室を比較すると、閉寮期間中において C408 室の方が温度がやや低く湿度がやや高い。9 月 30 日の閉寮以降では、湿度

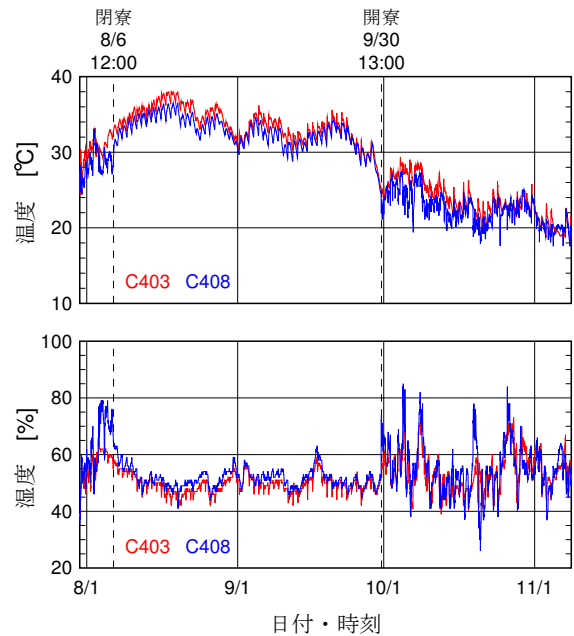


図 15 C 寮 4 階における居室位置の比較

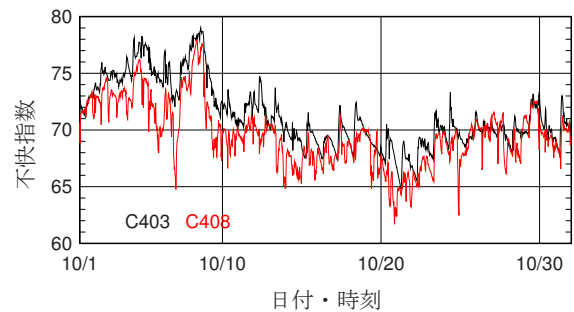


図 16 C 寮 4 階居室の不快指数

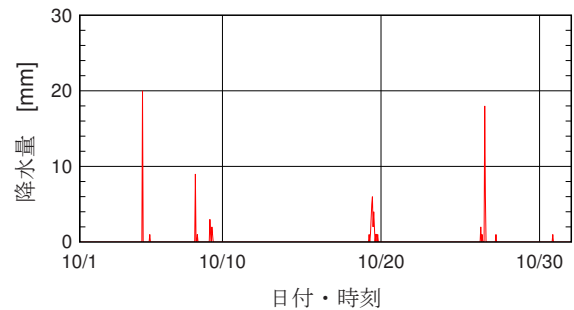


図 17 2007 年 10 月の明石市の降水量

には明確な差が見られないが温度は C408 室の方が低い。前に示したように、C408 室における 10 月の平均温度が 23.0°C、平均湿度が 55% であったのに対して、C403 室は 24.4°C と 54% である。A 寮 3 階の A 居室と B 居室の温度差は 2.3°C であった。樹木による日射軽減効果は、この南北差を解消するほどではないが、ある程度の効果は期待できる。

C 寮 403 室と C408 室における 10 月の不快指数を図 16 に示す。不快指数 D は夏の蒸し暑さを数量的に表した指数であり、

$$D = 0.81T + 0.01H(0.99T - 14.3) + 46.3 \quad (1)$$

で計算される⁴⁾。ここで T は温度 (°C), H は湿度 (%) である。不快指数 60 ~ 65 は「何も感じない」、65 ~ 70 は「快い」、70 ~ 75 は「暑くない」、75 ~ 80 は「やや暑い」、80 ~ 85 は「暑くて汗が出る」と言われている。10 月上旬から中旬にかけて、C403 室の不快指数は C408 室のそれを上回っており、75 を超える時間も長い。図 17 に 2007 年 10 月明石市における 1 時間毎の降水量³⁾ を示す。図 16 と図 17 との対応関係を見ると、雨天では両居室の不快指数に差はないが、そうでないときは C408 室の不快指数が低くなっていることがわかる。

6. おわりに

夏期における男子寮の学習・生活環境改善のための具体策を講じるため、男子寮居室の温度と湿度を測定し、屋上面および各壁面の日射の影響について検討した。日中の屋上面日射と夕刻の南西壁面日射については、閉寮期間中の閉ざされた居室ではその影響が見られるものの、夏期休業後の涼しくなってくる時期ではその影響が認められなかった。一方、A 寮における南東壁面日射については、夏期休業期間中だけでなく 10 月においてもなお強い影響が現れることがわかった。したがって、冷房設備の導入が困難な情勢において、男子寮の学習・生活環境を改善するためには、A 寮における南東壁面日射を軽減することを優先するべきと考える。

南東壁面日射を軽減するためには、植樹によって日射を遮ることが有効と考えられる。その他にも、つたなどのつる植物を壁面にはわせる方法、すだれを利用する方法、あるいは改修工事でひさしを設ける方法な

どが考えられる。しかしながらこれらの対策においては冬季の学習・生活環境を考慮して判断する必要がある。

本研究では、夏期休業前である 7 月の測定データが十分に得られていないため、10 月における居室の温湿度に注目して議論を進めてきた。そこでは 10 月に見られる傾向が 7 月や 8 月にも見られるであろうと仮定している。しかしながら、本来注目すべき 7 月から 8 月上旬では 10 月よりも日照角度が大きく、日照時間も長い。7 月の測定データを元にしたさらなる検討が必要である。また、本研究では気流による体感温度減少効果を考慮していない。より専門的な調査・検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 鈴木健次, 武田紀子, 神谷乃理子, 高専学寮における温熱環境に関する実測調査, 豊田工業高等専門学校研究紀要, 第 38 号, pp.87-92 (2005).
- 2) 鈴木健次, 武田紀子, 小林 正, 豊田工業高専における教育計画検討のための夏期学生寮温熱環境に関する実測調査, 高専教育, 第 30 号, pp.789-794 (2007).
- 3) 気象庁, 気象統計情報,
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 4) フリー百科事典「ウィキペディア」,
<http://ja.wikipedia.org/wiki/>

謝辞

本調査の実施に当たり経費支援をいただきました高久晴校長 (当時) に深く感謝いたします。温湿度計の設置およびデータ分析にご協力いただきました平成 19 年度学寮委員の大和知史准教授 (一般科目), 岩野優樹講師 (機械工学科), 吉村公男教授 (建築学科) に深く感謝いたします。また温湿度測定にご協力いただきました寮生諸君に感謝いたします。