

## 地域の気候（その3・クリマアトラス）

### 1. クリマアトラスとは？

Klima＝「気候。（人工的に作られた室内の温度・湿度の状態）。雰囲気。」（ドイツ語）

Atlas＝「（ギリシア神話）アトラス（古代ギリシアで大西洋にあるといわれた楽土）。地図集。

地図帳。（解剖学などの）図解書。アトラス山脈（アフリカ北西部）。」（ドイツ語）

クリマアトラス “Klimaatla”

⇨ 気候環境の研究成果を大気汚染対策や都市環境計画に活かすという視点からの「気候地図集」（ドイツ・シュツットガルト市による定義）

“KLIMAANALYSE”

⇨ 気候分析図（または気候解析図）

1970年代の初め

ルール地域市町村連合（KVR）・デュースブルクを対象に、赤外線熱画像によりクリマアトラスが  
つくられた。

その後、ドイツの多くの都市でクリマアトラスが都市計画のためにつくられている。

→ 背景：近年の環境意識の高まり

建設法典の中の環境保全，自然管理，気候などに対する考慮の項あり（1987年）

ランドスケープ計画図とともに，Bプランを作成するときの基礎資料とされる。

→ ドイツの都市計画：Fプラン（土地利用計画）とBプラン（地区詳細計画）

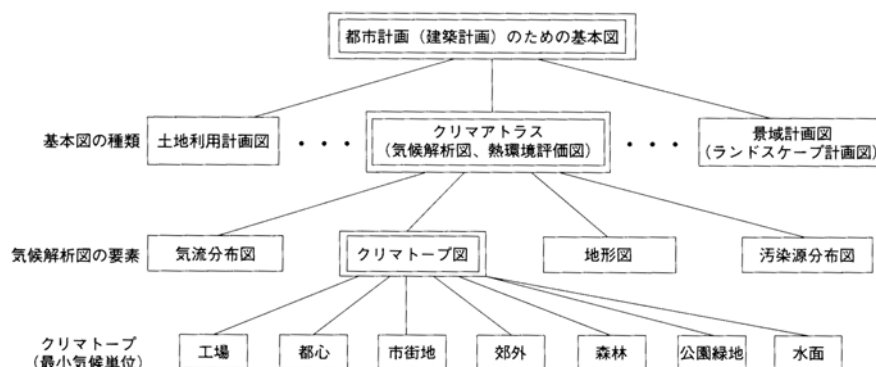


図 都市計画のための「クリマアトラス」の位置づけ（出典：参考文献 [1]，p.1）

## 2. クリマアトラスの目的と構成

### 2. 1 クリマアトラス作成の目的

検討の対象地域（または場所や土地）を気候学的視点から分析し、その結果を用いて地域総体として自然環境が保全され、かつ省エネルギーとなるような都市計画や建築計画の最適解を見つけるために、都市計画担当者、建築家、地域住民、研究者などが、都市計画や建築計画などに際して共通に用いることのできるツールとしての地図集や図面集を作成する。

### 2. 2 クリマアトラス作成の視点

- ・ドイツ → 大気汚染対策、新鮮空気の都市への導入
- ・日本 → ①熱環境の改善、特に、蒸暑気候下の都市化による夏季夜間の気温上昇対策、冷暖房用エネルギー消費量の削減とそれに伴うCO<sub>2</sub>排出量の削減  
②大気汚染対策（主に自動車、工場によるNO<sub>x</sub>、光化学オキシダント）

### 2. 3 クリマアトラスの対象領域

一般に、行政区域単位（10～30km四方）。地図の縮尺は1/10,000から1/50,000。

### 2. 4 クリマアトラスの構成

- ①気候要素の基礎的な分布図 = 気候調査結果や計算結果（熱・風環境、大気質、日射など）。
- ②気候分析図（または気候解析図） = 熱環境、大気汚染の評価を意図した気候分析結果を表わす地図。都市気候専門家が市民や都市計画担当者に、気候分析結果をわかりやすく伝えることを目的とする。
- ③対策・提言のための地図や図面 = つくられない場合も多い。基本的には②の気候分析図で目的は達成される。

## 3. シュツットガルトとルール地域の気候分析図

### 3. 1 気候分析図

1/25,000または1/50,000の国土基本図の上に、

①クリマトープ、②気候の特徴による地形分類、③気流交換、④人為的汚染源の位置と汚染の範囲、などを、重ね合わせた地図。

#### ①クリマトープ（背景色で表現）

クリマトープ：一様な微気象学的特徴（気温、湿度、風速など）を示すひとまとまりの空間

シュツットガルトの場合：水面，フライラント（耕作地や牧草地などの空の覆われていない土地），森林，公園緑地，田園都市，郊外，都市，都心，中小工場，工場，軌道施設の11種類

ルール地域の場合：水面，森林，公園，住宅地，都市，都心の6種類

②気候的特徴による地形分類（範囲を網掛けや色で表現）

シュツットガルトの場合：冷気の産出域と集積域，冷気の流れの障害物，地形起伏との関係

ルール地域の場合：低地（気候的特徴：接地逆転，霧の発生），谷間（山谷風），緩やかな山頂（風通しがよい），斜面（風の場に強い影響），軌道施設（昼夜の温度差大）の5分類

③気流交換（矢印で表現）

シュツットガルトの場合：斜面風，山谷風系による冷気流，谷や鞍部の風の通り道

ルール地域の場合：局地的な空気交換の道や冷気の通り道，汚染空気の通り道

④人為的汚染源の位置と汚染の範囲（道路や工場などを絵文字で表現）

交通による汚染負荷として，道路による影響範囲を3段階に分けて表示。大気汚染についても4段階に分けて範囲を表現。また絵文字により工場などの汚染物質発生源を表示。

3. 2 計画の指針図（シュツットガルトの場合）

- ・地域を自然地域（フライラント）と居住地域の大きく2つに分けて表示。
- ・自然地域は気候作用の重要性から3段階に分け，居住地域は同様に4段階に分けて示し，土地の高度利用や建物の高密度化に対する許容の程度を表現。
- ・大気汚染や騒音の著しい道路を太い線で特別に表示。

3. 3 クリマアトラスの利用例（シュツットガルト市シェルメネッカー地区）

建物は南斜面に計画されており，建物の北側は森で冷気流の供給源でもあった。当初案（下図の左側）の小さな緑地帯（灰色）が冷気の効果的な流れを確保するため，下図の右側のように幅50～60mの緑地に広げられた。

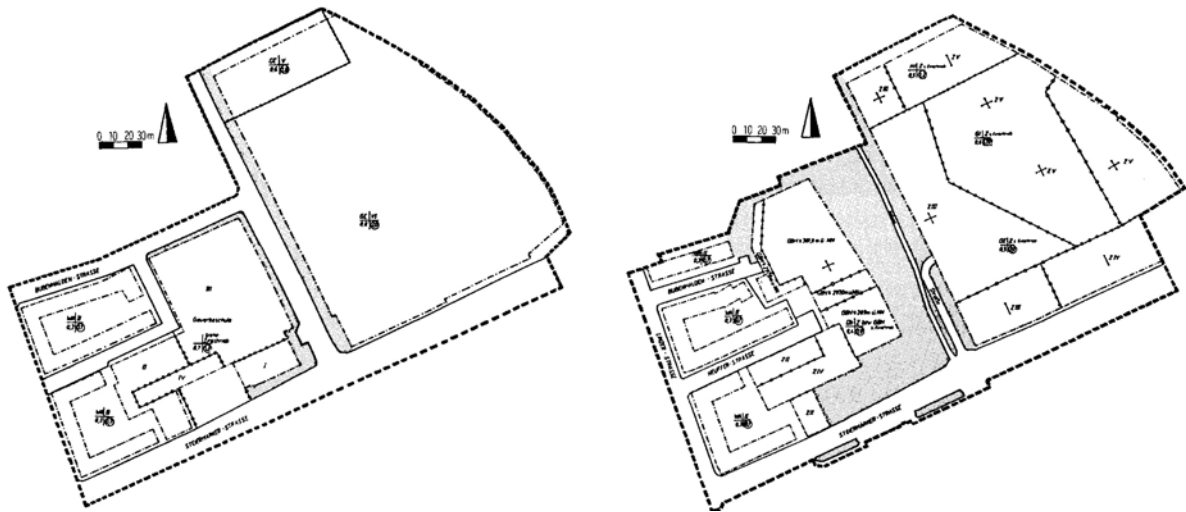


図 シュツットガルト市シェルメネッカー地区のBプラン当初案と改訂Bプラン

(出典：参考文献 [1], p. 3)

#### 4. 「シュツットガルト 21」計画

「シュツットガルト 21」計画：

シュツットガルトの中央駅およびそれに隣接する鉄道の軌道敷を地下に移すことによって生まれる約 100ha の地域の都心部開発。

→ 開発予定地は、盆地の中でしかも市の中心に位置し、風速が低いため大気汚染に対し弱く、自動車の排気ガスによる大気汚染とヒートアイランド効果（夏季における問題）が予想された。

左下図に示すような気候学的視点による多くの実験やシミュレーションが行われ、その膨大な結果は CD-ROM「都市気候 21」に収められ、市販された。

右下図に示すように、提言 (Recommendation) として、計画地域における主要な換気経路（風の道）、夜間の冷気流など計画上考慮すべき点を地図上に示し、コンペの際の付属資料として使用した。



図 冷気流の分布図（風速）  
（出典：参考文献 [1], p. 5）

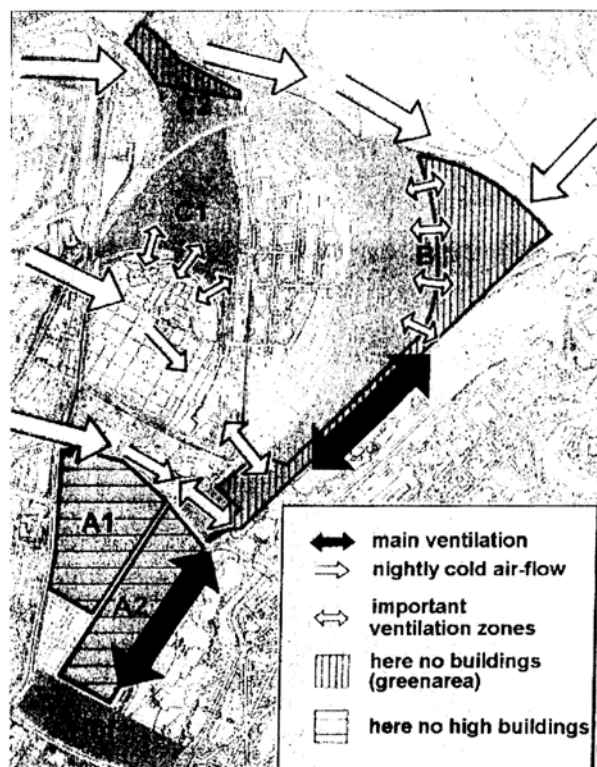


図 シュツットガルト 21 計画への提言  
（出典：参考文献 [1], p. 5）

## 5. クリマアトラス作成のための気候分析

### 5. 1 気候分析の方法

#### 1) 気象データの収集とその解析による現状把握

- └— 気象官署に代表される公的な機関による固定的、定期的な観測データ
- └— クリマアトラス作成者などによる独自の測定データ

#### 2) さらに詳細な分布や状況の変化に対応するための分布あるいは将来予測

- └— 風洞などを用いた物理モデルによる模型実験
- └— 熱力学や流体力学の理論から導かれる数値モデルを用いた数値シミュレーション

### 5. 2 気象観測データと独自の気象観測

前回 (11/11) の配付資料（「地域の気候（その2・気象の観測）」）を参照のこと。

### 5. 3 気象データの解析

#### 1) 目的に応じた統計処理

→ 年間, 季間, 月別, 旬別, 昼間, 時刻別などの平均値など

#### 2) 気温に関連する指標

- ・「夏日」(日最高気温が 25℃以上)
- ・「真夏日」(日最高気温が 30℃以上)
- ・「熱帯夜」(日最低気温が 25℃以上)
- ・「冬日」(日最低気温が 0℃以下)
- ・「真冬日」(日最高気温が 0℃未満)
- ・「暖房デGREEデー」(日平均外気温が暖房設計温度以下になった日の両者の差を加算)
- ・「冷房デGREEデー」(日平均外気温が冷房設計温度以上になった日の両者の差を加算) など

#### 3) 風に関する統計処理

→ 風向別の頻度を放射状のグラフに表わした「風配図」(Wind Rose)を作成。

ただし, 統計をとる期間については, 例えば海陸風循環や夜間の冷気流を問題にするのであれば, それらに対応した時間帯で集計するなどの配慮が必要となる。

#### 4) 空間的な補間

- ・気象データを統計処理しても, 測定された場所の数や位置は変化しない。
- ・クリマアトラスは, ある地域全体の分布を必要とする。

→ 空間的な補間を行う。

- ・統計的な処理による補間法 (気象データ+地形データ+リモートセンシングデータなど・・・)
- ・物理モデルによる模型実験
- ・熱力学や流体力学の理論から導かれる数値モデルを用いた数値シミュレーション

### 5. 4 物理モデルによる予測

熱を含まない, あるいは熱を無視できる現象では, 主として気流だけの問題になるため, 風洞実験を行うのが一般的である。風は, 気温など他の気象要素に比べて非常に局所性が強いので, 特に詳細に分布を求める必要があり, その意味では需要と供給が一致している。

### 5. 5 数値シミュレーション

数値シミュレーションは, 最近本格的に実用化してきた予測法である。これは, 気象現象を支

配する熱力学や流体力学の方程式から得られる数値モデルを使って、コンピュータにより数值的に気象現象を再現しようとするものである。その発想は比較的古く、1922年のリチャードソンに始まるが、実際にそれが機能し始めたのは、大容量のコンピュータが使われ出してからである。

## 6. 地域環境調整工学研究室でのこれまでの研究成果

- 1) 『熊本地域の風環境マップの作成- 20箇所のデータを用いて- 』（2000年度・町田さん卒業研究）（配付資料の pp. 53～56 を参照）
- 2) 『棚田を持つ農山村における夏季の自然エネルギーの実態に関する研究』（2001年度・右近さん卒業研究）（配付資料の pp. 57～60 を参照）
- 3) 『密集した漁村集落における夏季の微気象- 熊本県牛深市真浦・加世浦地区での観測- 』（2004年度・黒木君卒業研究）（配付資料の pp. 61～64 を参照）
- 4) 『密集した漁村集落がおりなす空間と夏期の微気象- 熊本県牛深市真浦・加世浦地区での観測- 』（進行中、2005年度・山本さん卒業研究）（前回（11/11）の授業の最後で紹介したスライドを参照）

## 7. 参考文献（〔〕内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）

- [1] 『都市環境のクリマアトラス 気候情報を活かした都市づくり』（日本建築学会編著，ぎょうせい，2000年9月，¥3,238+税，ISBN：4-324-06278-1）〔開架2，518.8|N 77，0000244271〕
- [2] 『都市環境学』（都市環境学教材編集委員会編，森北出版，2003年5月，¥3,200+税，ISBN：4-627-555251-3）〔開架2，518.8|To 72，0000275609〕
- [3] 『環境気象学-都市・地域計画のための気候環境地図-』（ドイツ工業協会著，森山正和・足永靖信・渡邊浩文・日本建築学会クリマアトラスの実用化ワーキンググループ監修，客野尚志・鳴海大典・羽鳥法子翻訳，環境情報科学センター，2004年3月，¥1,500（税込み），ISBN：なし）〔所蔵なし〕
- [2] 『熊本地域の風環境マップの作成- 20箇所のデータを用いて- 』（町田友美枝，平成12年度熊本県立大学卒業論文，2001年3月）〔所蔵なし〕
- [3] 『棚田を持つ農山村における夏季の自然エネルギーの実態に関する研究』（右近郁恵，平成13年度熊本県立大学卒業論文，2002年3月）〔所蔵なし〕
- [4] 『密集した漁村集落における夏季の微気象- 熊本県牛深市真浦・加世浦地区での観測- 』（黒木勇吉，平成16年度熊本県立大学卒業論文，2005年3月）〔所蔵なし〕
- [5] 『大都市近郊居住の環境設計』（日本建築学会編，日本建築学会，2000年8月，¥2,500+

税, ISBN : 4-8189-2657-4) 〔開架 2, 518.83||N 77, 0000275387〕

[6] 『気候学・気象学辞典』(吉野正敏・浅井富雄・河村武・設楽寛・新田尚・前島郁雄編著, 二宮書店, 1985年10月, ¥12,800, ISBN : 4-8176-0064-0) 〔参考 2, 451.033||Ki 22, 0000236451〕

[7] 『新版 気象ハンドブック』(朝倉正・関口理郎・新田尚編著, 朝倉書店, 1995年11月, ¥31,500, ISBN : 4-254-16111-5) 〔参考 2, 451.036||Ki 58, 0000236445, 0000249283〕

[8] 『都市の風水土 都市環境学入門』(福岡義隆編著, 朝倉書店, 1995年4月, ¥3,500+税, ISBN : 4-254-16332-0) 〔開架 2, 519||F 82, 0000220148, 0000221369, 0000221370〕

[9] 『環境気候学』(吉野正敏・福岡義隆編, 東京大学出版会, 2003年9月, ¥4,600+税, ISBN : 4-13-062710-4) 〔開架 2, 451.8||Y 92, 0000279235〕

[10] 『ヒートアイランドの対策と技術』(森山正和編, 学芸出版社, 2004年8月, ¥2,300+税, ISBN : 4-7615-2345-X) 〔開架 2, 519||Mo 73, 0000287036〕

## 8. 参考 URL

[1] 配付資料のダウンロード

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/chiiki.html/chiikikan.html>

[2] 神戸大学工学部建設学科建築系教室森山研究室のホームページ

<http://www.arch.kobe-u.ac.jp/%7Eta1/>

[3] 大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻環境エネルギーシステム学研究領域水野研究室のホームページ

<http://www.eng.osaka-u.ac.jp/env/es/index.shtml>

[4] 国立環境研究所のホームページ

<http://www.nies.go.jp/index-j.html>

[5] 国立環境研究所地球環境研究センターのホームページ

<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>

[6] 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センターの一ノ瀬俊明先生のホームページ

<http://www-cger.nies.go.jp/ichinose/>

[7] 町田友美枝さんの卒業論文の一部 (PDF File (856K))

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/ronbun.html/paper01.html/pap0104.pdf>

[8] 右近郁恵さんの卒業論文の一部 (PDF File (552K))

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/ronbun.html/paper02.html/pap0204.pdf>

[9] 黒木勇吉君の卒業論文の一部 (PDF File (392K))

<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/ronbun.html/paper05.html/pap0505.pdf>



[10] 熊本県ホームページ（環境分野の情報）

[http://www.pref.kumamoto.jp/menu/menu\\_31.asp](http://www.pref.kumamoto.jp/menu/menu_31.asp)

[11] 熊本市のホームページ（暮らし・環境分野の環境・ごみ・リサイクルの情報）

[http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/kiji\\_list.asp?LS=14](http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/kiji_list.asp?LS=14)

[12] 熊本市のホームページ（まちづくり分野の情報）

[http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/menu\\_list.asp?L=8](http://www.city.kumamoto.kumamoto.jp/content/web/asp/menu_list.asp?L=8)

[14] 千葉大学園芸学部緑地・環境学科緑地環境システム学講座緑地環境情報学研究室のホームページ

<http://www.h.chiba-u.ac.jp/honjo/>

## 熊本地域の風環境マップの作成 - 20ヶ所のデータを用いて -

準会員 ○町田友美枝\*<sup>1</sup> 正会員 辻原万規彦\*<sup>2</sup> 正会員 平川真由美\*<sup>3</sup>

### 1. はじめに

自然エネルギーを有効に利用し、環境共生に配慮した建築計画、都市計画を考える際には、地域的、地形的な特徴をふまえた上での気象データの整理が必要である。日本建築学会でも気候情報を活かした都市づくりのための研究がまとめられている<sup>1)</sup>。本研究では、後述のように人々の生活と風が密接な関係を持っている熊本地域を対象に取り上げ、今後の建築および都市計画に役立てるために、風環境に関する基礎資料を作成することを試みる。熊本市を対象とした気象マップは既に石原らによって作成されている<sup>2)</sup>が、阿蘇山や海岸地域を含めたより広い範囲で、より詳しく風環境を明らかにするために、熊本市を中心に周辺も含めて20ヶ所の観測データを用いて風環境マップを作成した。

### 2. 熊本地域の風と生活

熊本地域は三方を山に囲まれ西側で有明海に面しているが、熊本市の北西部には金峰山群があり海風を遮っているため盆地的な気候である<sup>3)</sup>。東側には阿蘇のカルデラが広がっており、阿蘇外輪山を切って有明海に注ぐ白川と南部を流れる緑川が主な河川である。熊本市の中心街はその流域に形成された平野部にある。

熊本地域では、夏季に阿蘇山を越えて吹きおろして

くる東よりの風が日没後に止むことがしばしばある。気象学上フェーン現象といわれ、高温と乾燥をもたらすこの風を「肥後のコチ風」と言った<sup>3)</sup>。また夏季の日没後に無風状態が続くことを「肥後の夕風」と言い、これらの現象は熊本地域の厳しい暑さの一因として嫌がられていた<sup>3)</sup>。また阿蘇地方をはじめ九州山地の農村では、農業に大きな影響を与える悪風を封じ込めるために古くから風祭が行われていた<sup>4)</sup>。阿蘇外輪山の切れ目にある立野地方では「まつぼり風」と呼ばれる局地的強風が吹くことがあり、大津あたりまでの白川沿いには屋敷や畑を強風から守るために防風林が発達している<sup>5)</sup>。旭志村では冬に乾いた北西の季節風が相当に強いために、平地の集落には昔から防風林を見ることができ、家のほとんどが南向きに建てられ、北の窓を少なくしている<sup>6)</sup>。このように熊本地域では、人々の生活と風環境には密接な関係が存在する。

### 3. 風環境マップの作成

本研究では AMeDAS のほか、熊本市の大気汚染測定局、熊本県の防災観測所、消防署、日本道路公団などで観測された1999年1月1日～12月31日までの1年分の風向・風速に関するデータを用いた。表1に観測地点の名称、所在地と風向・風速計の設置高さを、図1に

表1 観測地点の概要

	住所	高さ(m)
1	熊本港 熊本市新港1-1	18.16
2	河内 熊本市河内町野出1891-1	約7
3	飽田 熊本市白石町385-1	約5
4	天明 熊本市奥古閑町309-7	9
5	榑木 熊本市榑木町亀甲202	約10
6	京町 熊本市京町2-12-20	23.7
7	花畑 熊本市花畑3-1	18
8	古町 熊本市二本木4-9-65	8
9	大江 熊本市大江3-1-3	40
10	水前寺 熊本市水前寺6-18-1	約68
11	西合志 菊池郡西合志町合生4107-1	約13
12	錦ヶ丘 熊本市錦ヶ丘1-1	16
13	緑川 上益城郡甲佐町府領橋上	約2
14	菊池 菊池郡菊池町原水7-1	約15
15	熊本空港 上益城郡益城町小谷1802	8
16	瀬田 菊池郡大津町瀬田内牧橋上	約8
17	戸下 阿蘇郡奥瀬村戸下	約5
18	阿蘇乙姫 阿蘇郡阿蘇町乙姫1612	6.35
19	阿蘇山上 阿蘇郡白水村中松古坊中3845-12	10.3
20	高森 阿蘇郡高森町1955	6.35

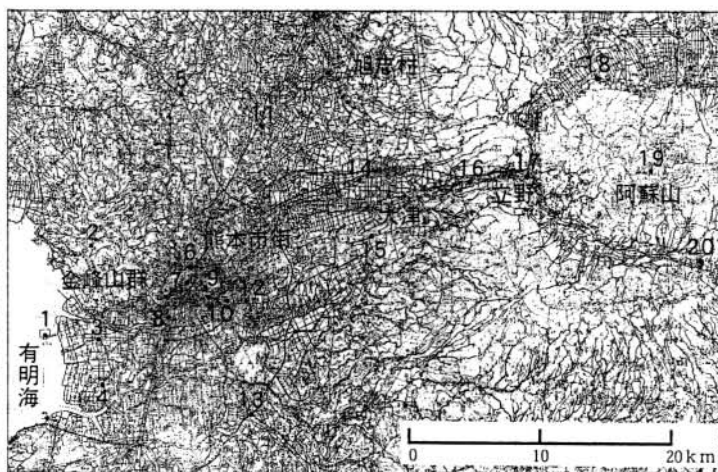


図1 熊本地域と各観測地点の位置

\*1 熊本県立大学生生活科学部 \*2 熊本県立大学環境共生学部 講師・博士(工学) \*3 同左 嘱託助手・修士(工学)

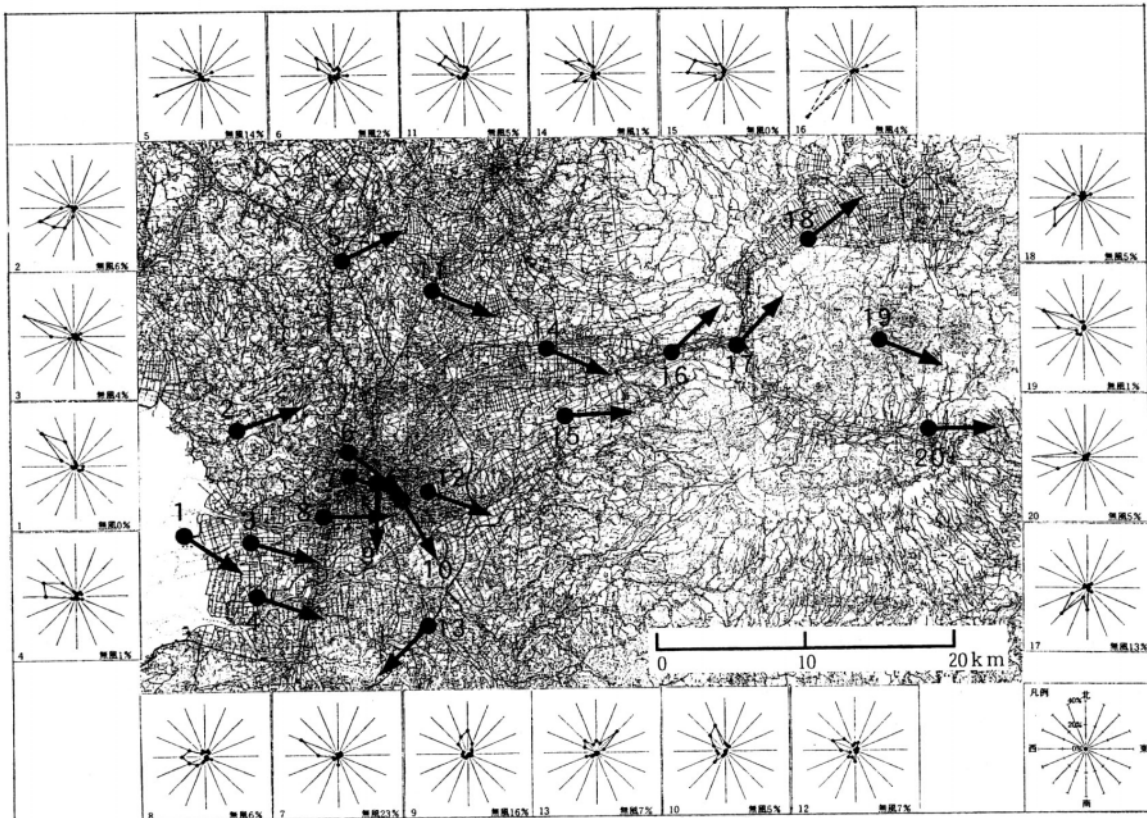


図2 冬季昼間（1月・10~15時）の風配図と主風向

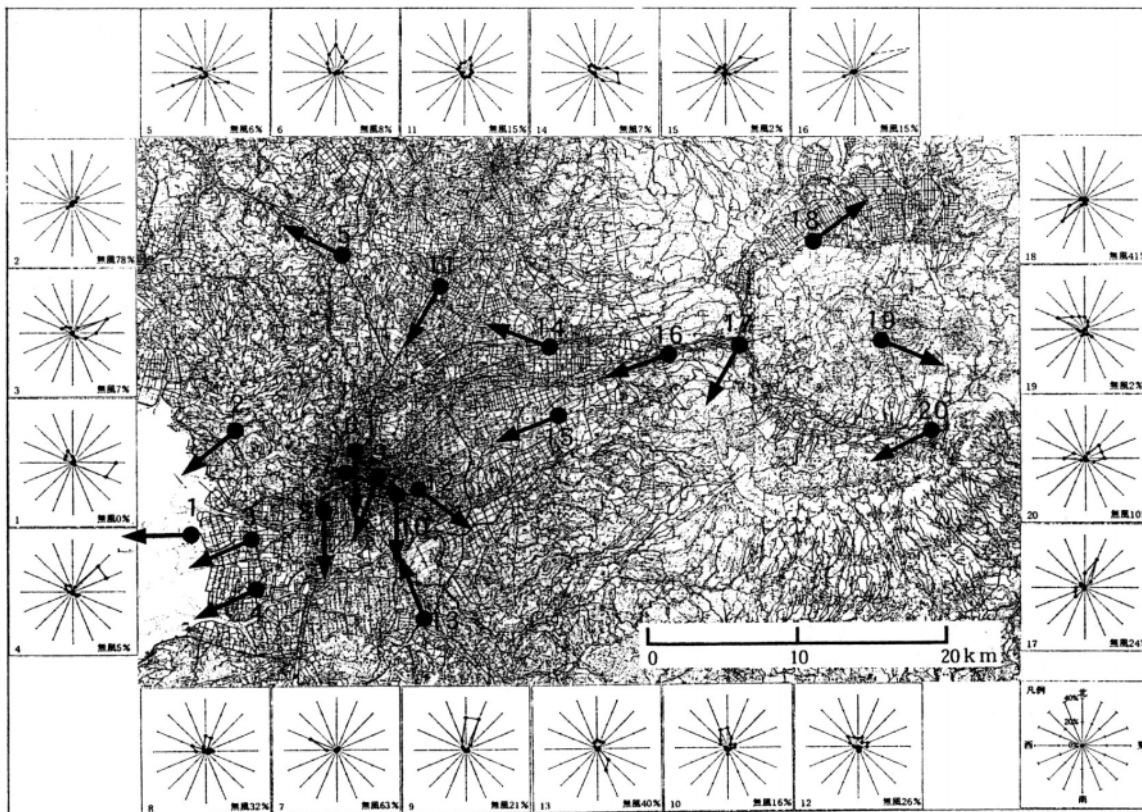


図3 冬季夜間（1月・22~3時）の風配図と主風向

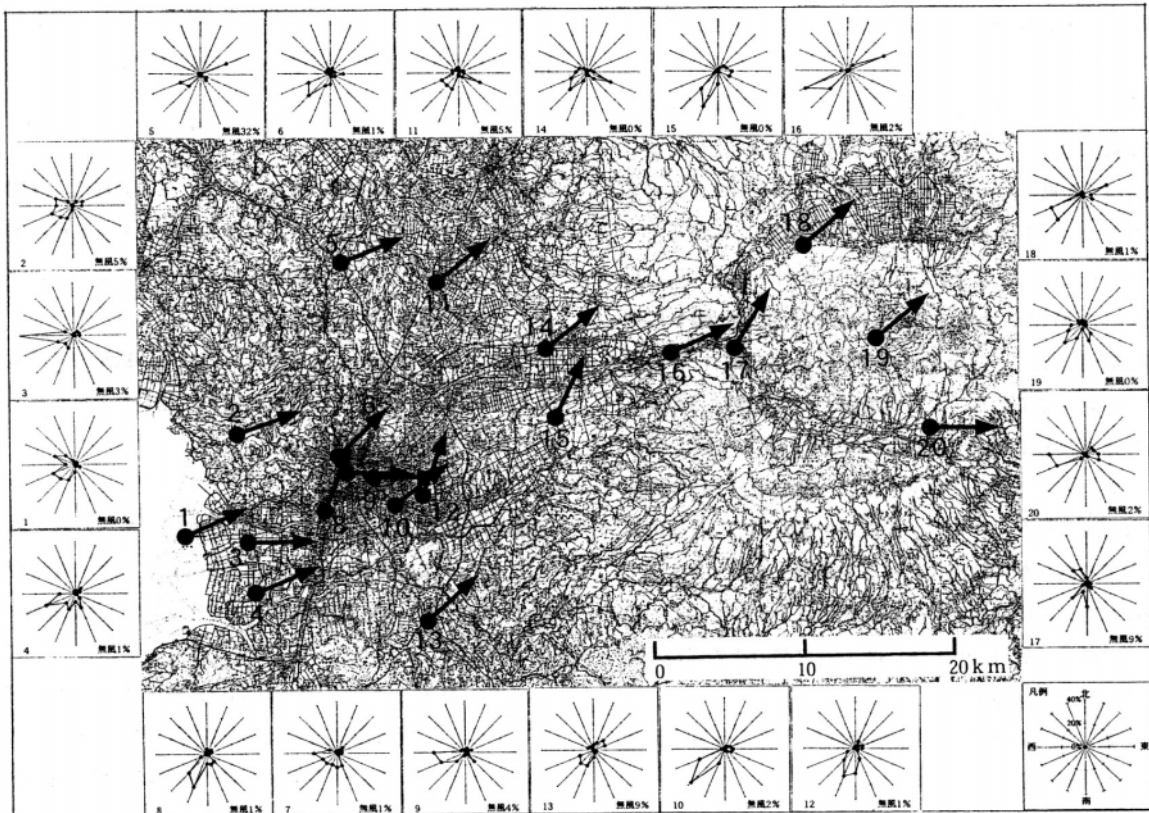


図4 夏季昼間（8月・10～15時）の風配図と主風向

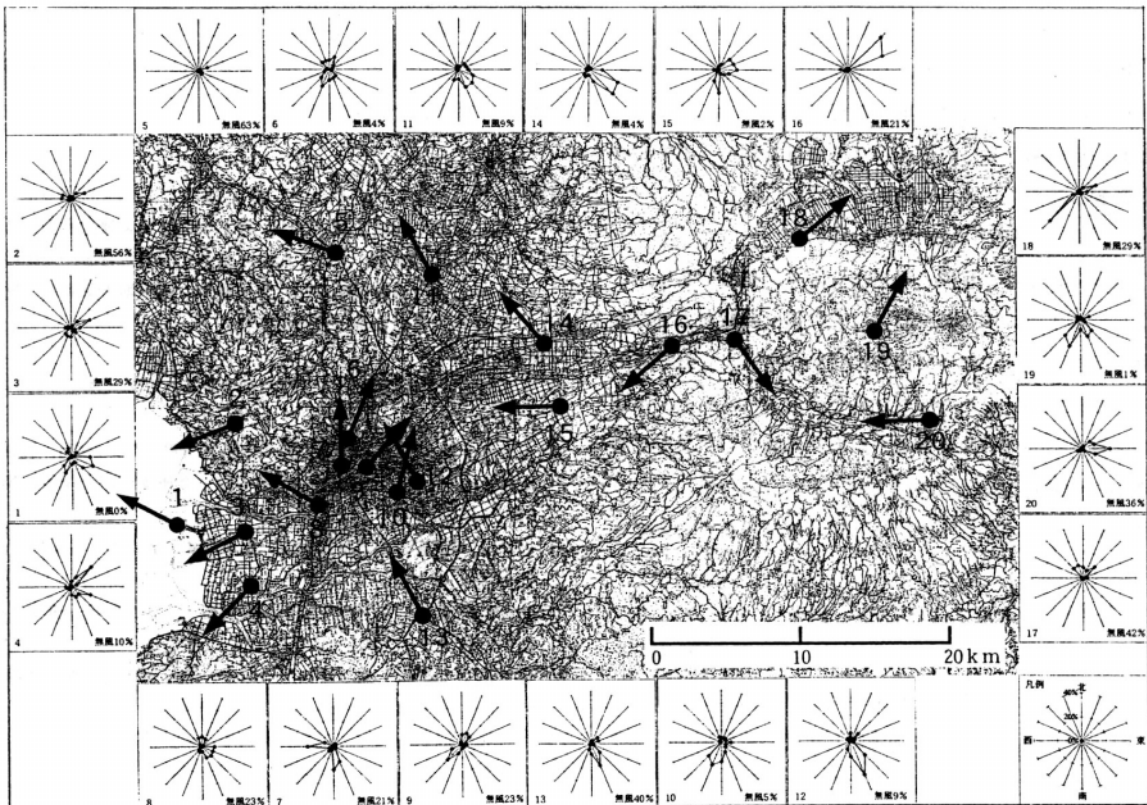


図5 夏季夜間（8月・22～3時）の風配図と主風向

地図上での各観測地点の位置を表 1 中の番号と対応させて示す。

収集したデータから、次の様にして、図 2～図 5 に示す風環境マップを作成した。まず風速 0.5m/s 未満の場合は「無風」とした。次に「無風」状態を含めて 100% となるようにした風向頻度をもとに風配図を作成した。冬季として 1 月、夏季として 8 月の昼間(10～15 時)と夜間(22～3 時)の各地点における風配図を図 2～図 5 の地図の周囲に示す。各風配図の左下の番号を表 1 中の番号と一致させてあり、これは地図上の各観測地点を示す番号とも一致している。風向は凡例(図 2～図 5 の右下参照)のように 16 方位で表し、風配図右下に無風の割合を表示した。さらに、作成した風配図から全体的に考えて判断した各地点における主風向を地図上に矢印で表現した。矢印の始点の丸が観測地点を示している。ただし、瀬田(表 1 中の 16)は 1 月欠測のため代わりに 12 月のデータを使用した。

なお、図中の地図は国土地理院発行の二万五千分の一の地形図をもとに作成した。

#### 4. 結果と考察

3. で作成した風環境マップから以下の点が指摘できる。

##### 1) 冬季昼間(1 月・10～15 時、図 2)

地域全体を見れば、北よりの西風である。ただし熊本市の中心部では北寄りの風の割合が増している。これは、金峰山に西風が遮られ、西からの海風と北からの季節風が影響しあっているためであると考えられる。

##### 2) 冬季夜間(1 月・22～3 時、図 3)

地域全体では、昼間とは逆に北よりの東風である。ただし、熊本市の中心部では主に北の風、阿蘇地方では西風である。昼間に比べて無風の状態が多い。立野のあたりから白川沿いに風が吹き出しているように見え、吉野の指摘する「火口原に形成された冷気湖から冷気が夜間外輪山の外に向かって吹き出す」「まつぼり風」<sup>7)</sup> の一種であると考えられるが、さらに詳細な検討が必要である。

##### 3) 夏季昼間(8 月・10～15 時、図 4)

冬季の昼間は北寄りであったが、夏季では主に南よりの西風である。ただし、風環境マップの矢印には表現していないが、風配図では、主風向とは別に阿蘇山から西の地域にかけて東風が出現している。海に近づくほどその出現回数は減っているが、熊本市の中心部でも少数は確

認できる。これは、阿蘇山を越えて吹きおろし、高温と乾燥をもたらすと言う前述の「肥後のコチ風」と考えられる。

##### 4) 夏季夜間(8 月・10～15 時、図 5)

昼間とは逆に南よりの東風である。冬と同様に、昼間に比べて無風が多いが、特に夏季の夜間の無風状態は熊本の夏は寝苦しいとの印象を与え「肥後の夕風」という名で呼ばれ嫌がられるようになったのだろう。ただし、風環境マップの矢印には表現していないが、風配図では熊本市中心部あたりで主な南風のほかに北寄りの風も見ることができる。

#### 5. まとめ

熊本地域を対象として、今後の建築・都市計画を考える上での基礎資料として熊本市を中心に 20 カ所の観測データを用いて、風環境マップを作成した。その結果、以下のことがわかった。

冬季、夏季ともに、主に昼間は西風、夜間は東風が吹いている。阿蘇山周辺では昼夜を問わず年間を通して西風が吹いている。熊本市中心部では冬は北風、夏は南風の影響を受けていることがうかがえる。

本報では主として風向のみをとりあげて分析したが、風速を考慮した分析が今後の課題である。また「まつぼり風」や夏の東風と気温の関係についても詳しい分析を行う必要があると考えられる。

謝辞：今回の調査にあたり、データの収集にご協力くださった次の皆様に謝意を表します。熊本市環境企画課公害係、熊本県防災消防課、大江・河内・飽田天明・西合志・大津の各消防署、日本道路公団、九州電力、熊本地方気象台、熊本地方気象台空港出張所の皆様。

#### <参考文献>

- 1) 日本建築学会編著：都市環境のクリマアトラス、ぎょうせい、2000.9
- 2) 石原修：熊本地方の気象に関する研究(その 3)(風向、風速、気温の水平分布)、日本建築学会中国・九州支部研究報告、第 4 号 pp.65～68、1978.2
- 3) 大津町史編纂委員会編纂室編：大津町史、大津町、p.6、1988.10
- 4) 佐藤征子著、一の宮町史編纂委員会編：一の宮町史、神々と祭りの姿、一の宮町、pp.95～105、1998.12
- 5) 寶月拓三：阿蘇 まつぼり風、日本の気候景観、(青山高義他編)、古今書院、pp.143～145、2000.1
- 6) 旭志村史編纂委員会：旭志村史、旭志村、p.14、1993.9
- 7) 吉野正敏：小気候、地人書館、pp.69～71、1961.11

棚田を持つ農山村における夏季の自然エネルギーの実態に関する研究

準会員○右近郁恵\*1 正会員 辻原万規彦\*2 同 平川真由美\*3  
正会員 中島熙八郎\*4 同 内山忠\*3

1.はじめに

現代の居住空間では、その環境調整を機械的な手法に頼りがちであり、その結果、都市全体のエネルギー消費の増大を招き、地球環境に大きな影響を与えている。そのため、自然エネルギーを有効に利用してきた地域の自然の取り込み方に関する経験や知恵を現代に応用し、環境と共生した居住空間を創ることが重要となる。

これまで伝統的民家を対象とした室内気候についての研究は数多く見られる<sup>1)~4)</sup>。また、宇野らは、山間部における伝統的民家の室内気候とその集落の気候を居住者のアンケートも含めて研究を行っている<sup>5)</sup>。しかし、斜面に住居が建ち並ぶ農山村を対象として、自然エネルギーの有効利用に着目した研究は見られない。

本研究では、他集落から離れた山の中に位置しながら、棚田とともに生活を営んできた集落を対象に取り上げ、これまでなされてきた自然エネルギーの有効利用を探るために、自然エネルギーの実態を明らかにすることを目的とする。本報では、棚田および集落における夏季の微気象に関する測定の結果について報告する。これは同時に、今後研究を進めていく上での基礎資料ともなる。

この集落は標高約 250m の鮎尾地区の中心部から約 2.0km 離れた標高約 300m に位置している。棚田は、集落から更に約 1.0km 離れた標高約 500m の尾根に等高線に沿って石垣で築かれている。日光の棚田は、日本の棚田百選に認定されており、戦国時代から江戸時代中期に造られ、長年集落の人々に守られてきた。現在耕作している面積は約 2.0ha、田の枚数 232 枚、集落世帯数は 31 戸ある。江戸時代以降、人口の減少はあるものの、集落形態はほとんど変わっておらず、自給自足の生活が送られてきた。

測定期間は、2001 年 8 月 24 日（金）から 8 月 31 日（金）である。近くのデータがないため、参考のために熊本市における測定期間中の天候を表 1 に示す<sup>7)</sup>。

表 1 測定期間中の天候（熊本市）

	6時～18時	18時～翌日6時		6時～18時	18時～翌日6時
24 (金)	晴れ一時薄曇り	薄曇り一時晴れ	28 (火)	薄曇り	晴れ
25 (土)	晴れ後曇り	雨一時曇り	29 (水)	晴れ	曇り後雨
26 (日)	曇り後晴れ	薄曇り一時晴れ	30 (木)	雨	曇り一時雨
27 (月)	晴れ	晴れ後一時薄曇り	31 (金)	晴れ時々曇り	晴れ後曇り

2.2 測定方法

測定は、測定期間中を通して連続的に行った固定測定と、期間中の 27 日～29 日に集中的に行った移動測定に分けられる。

固定測定では、集落内と棚田の各 1 点ずつ、基準となるような場所（図 1 中の A と B）に太陽電池

2.測定の概要

2.1 測定場所<sup>6)</sup>と日時

調査対象地域は、熊本県八代郡坂本村鮎尾地区の日光集落（図 1）である。



Field observation of microclimate at the farm village with terraced rice fields in summer  
Ikue UKON, Makihiko THUJIHARA, Mayumi HIRAKAWA, Kihachiro NAKAJIMA and Tadashi UCHIYAMA

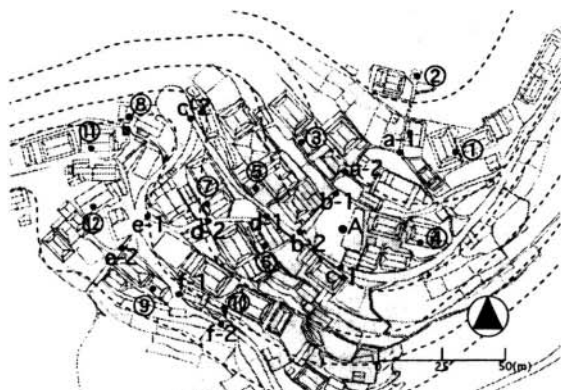


図2 集落内の測定点

式の移動気象観測ステーション（ヴァイサラ社製 MAWS201）を固定し、1分おきの気圧、雨量、相対湿度、放射収支量、全天日射量、気温、10分間の風向・風速の平均値と最大・最小値を連続的に測定した。また、建物の軒先などの雨に濡れない場所に電池式の小型温湿度計（ティアンドディ社製 TR-71S）12点（図2中の①～⑫）を固定し、連続的に測定した。なお、小型温湿度計のセンサー部分は、日射による影響を避けるために、アルミホイルで覆った筒の中に入れた。

期間中の27～29日には、移動測定として集落内12点（図2中のa-1～f-2）において1日4回、8:00（朝）、12:00（昼）、16:00（夕）、20:00（夜）にアスマン通風乾湿計（佐藤計量器製作所社製 SK-RHG）を用いて乾球・湿球温度を、風速計（リオン社製 AM-09T）を用いて風速を測定し、簡易風向指示器により風向も読みとった。一回の測定時間は5分間とし、まずa-1などの6地点について正時から30秒ごとに風向・風速を記録し、1分ごとに乾球・湿球温度を記録した。さらに、次の地点まで移動し、a-2などの6地点について15分（例えば、8:15）から同じ測定を行い、それぞれ5分間の平均値を求めた。風向は8方位で表し、測定中の5分間で最も多い方角とするが、それでも判断ができない場合のみ16方位とした。

### 3.測定結果

#### 3.1 全体の微気象

表2に、八代市のAMeDASデータと移動気象観測ステーションによる平均、最高、最低気温を示す<sup>7)</sup>。ただし、24日と31日は、設置と撤収のため1

日を通してのデータがないので載せていない。平均気温は、八代より集落で約1℃、棚田で約2℃低い。最高気温は、30日を除いて八代より集落が1℃以上高く、棚田は約1℃低い。最低気温は、集落で0～1℃低く、棚田で約2℃低い。八代市と集落では標高約300mの差があるが、最高気温のみ集落が高いのはAMeDAS観測地点が海の近くにあり、昼間の海風の影響を受けていたためと考えられる。

図3に、移動気象観測ステーションによる棚田と集落における気温と湿度の変化を示す。気温は、集落の方が1℃～3℃高い。昼間は温度差が3℃近くあるが、夜間になると温度差は1℃と小さくなる。湿度は、夜間は集落と棚田で違いはなく、昼間は集落の方が3～5%低い。

表2 八代AMeDASと集落、棚田の気温

日付	八代			集落			棚田		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低
24日(金)	26.6	32.6	21.2						
25日(土)	26.6	30.7	22.0	25.7	33.5	20.9	24.3	30.8	20.0
26日(日)	25.1	30.5	21.4	23.7	32.5	21.6	22.6	29.9	18.9
27日(月)	26.8	32.2	22.3	26.1	33.2	21.1	24.6	30.7	20.5
28日(火)	26.0	30.6	21.4	24.9	31.7	20.6	23.4	29.7	19.9
29日(水)	25.9	31.9	20.4	25.7	33.1	20.4	24.1	30.4	19.9
30日(木)	21.8	24.7	21.1	21.0	23.3	19.2	20.4	22.6	18.6
31日(金)	24.4	28.9	20.9						

(単位:℃)

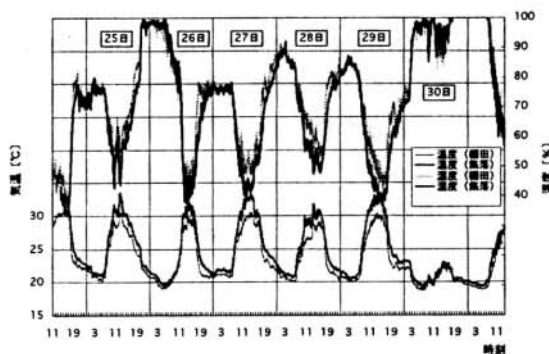


図3 集落と棚田における気温と湿度

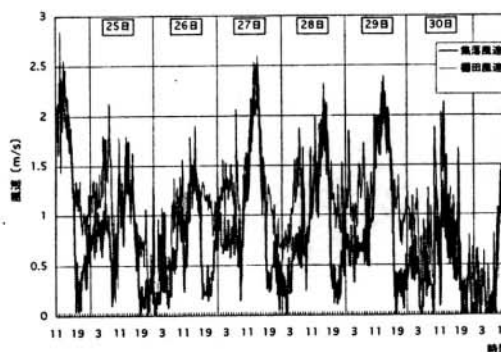


図4 集落と棚田における風速

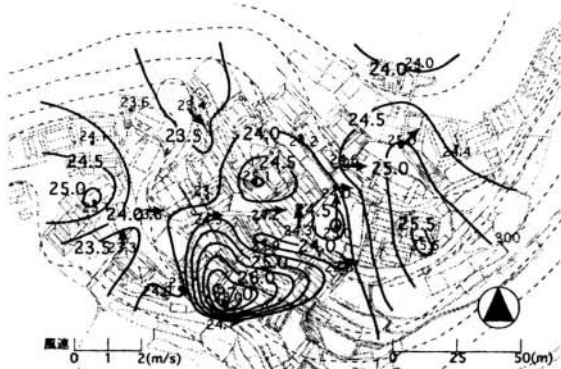


図5 27日 8:00の気温と風向・風速の分布



図9 29日 8:00の気温と風向・風速の分布

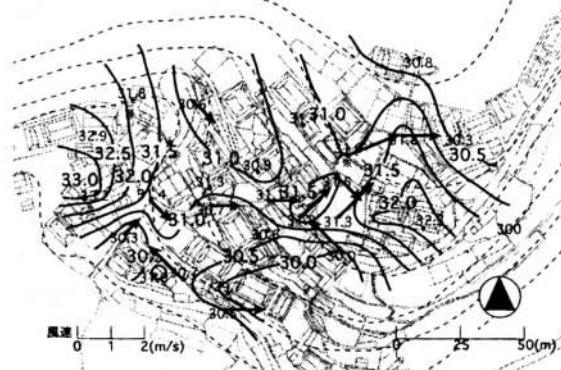


図6 27日 12:00の気温と風向・風速の分布

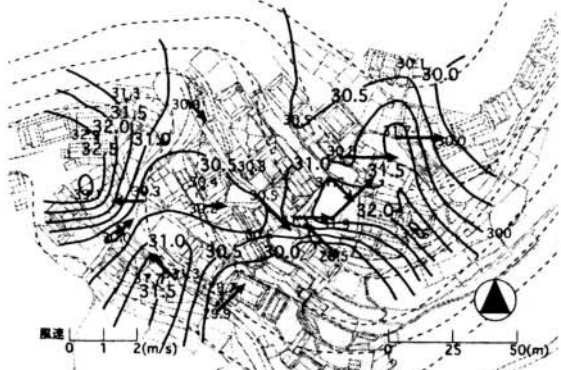


図10 29日 12:00の気温と風向・風速の分布

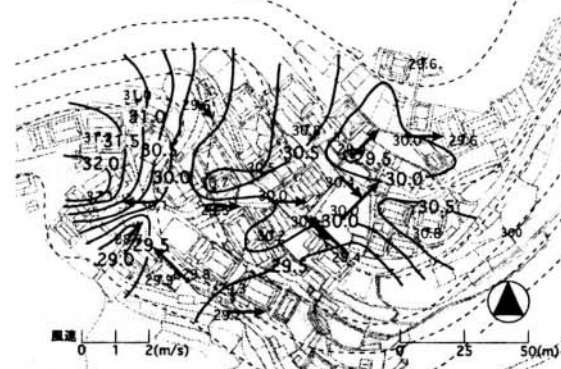


図7 27日 16:00の気温と風向・風速の分布

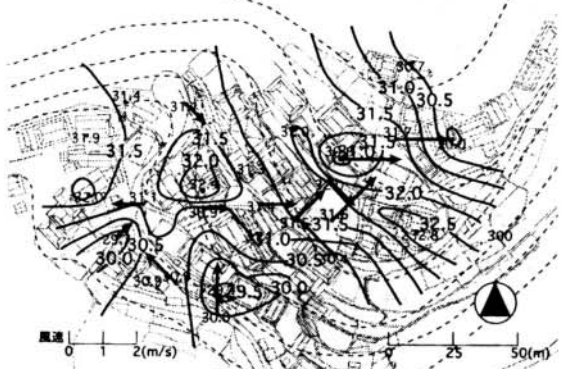


図11 29日 16:00の気温と風向・風速の分布

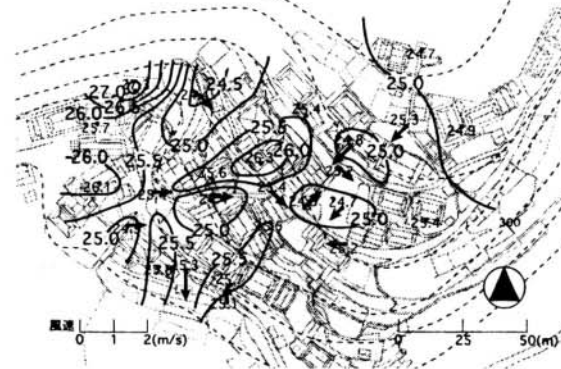


図8 27日 20:00の気温と風向・風速の分布

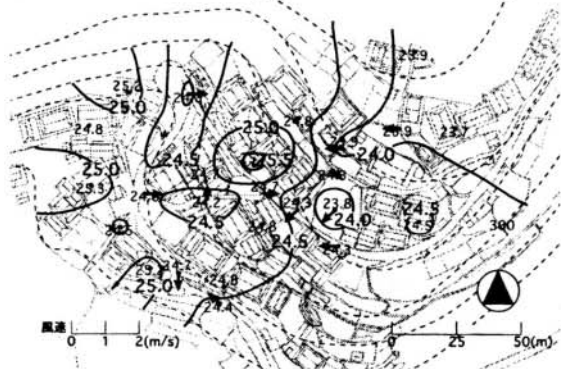


図12 29日 20:00の気温と風向・風速の分布



図4に、移動気象観測ステーションにおける10分間ごとの風速の平均値を示す。14:00～16:00頃に最大になり、日によって違いはあるが19:00～翌日の3:00の間に最小になる。また、7:00～8:00にかけて、一時風が止むが、この時山地に見られる山に向かって吹き上げる風（谷風）と吹き下ろす風（山風）が入れ替わっていると考えられる。測定期間を通して棚田の方が0.3～1.5m/s程大きく、特に夜間と明け方は1.0m/s以上の差がある。なお、移動観測を行った3日間が他の日に比べて大きかった。

### 3.2 集落内の気温と風向・風速の分布

図5～図12に晴天であった27日と29日の8:00,12:00,16:00,20:00における集落内の気温と風向・風速の分布を示す。風向を矢印の向き、風速を長さ（図中の凡例を参照）で示す。地図上の点線は等高線を示し、集落内で約50mの高度差がある。

#### (1) 朝（8:00）の気温と風向・風速（図5、図9）

気温は、南側⑩が他に比べて2～3℃高いが、それ以外はあまり温度差がない。気温が高い地点は、建物の東側に位置しており、軒先が高いため朝日を受けて周囲の気温が上昇したと考えられる。風速は小さく、山の頂上に向かって吹き上げている西よりの南風である。

#### (2) 昼（12:00）の気温と風向・風速（図6、図10）

気温は、集落の東側と西側に高い部分があり、南側と北側が低い。風速は、朝より約0.5～1.0m/s程大きく、朝と同様に吹き上げてはいるものの南よりの西風である。

#### (3) 夕（16:00）の気温と風向・風速（図7、図11）

気温は、東側と西側に高い部分があるが、昼とは違い、27日は西側のみ高い。低い部分は南側に多い。風速は1日のうちで最大になり、昼と同じ南よりの西風である。

#### (4) 夜（20:00）の気温と風向・風速（図8、図12）

気温は、中心部が高いが、昼間のような大きな温度差はない。風速は1日のうちで最も小さく、昼間とは逆に山の頂上から吹き下ろす北よりの風に変わ

る。集落の東側は東風が多く、西側は西風が多いため、中心に集まりつつ吹き下ろしていると考えられる。

### 4. 考察

測定結果から、次のことが言える。

#### 1) 集落内で気温と風向・風速の分布ができる。

東西約150m、南北100mの集落内であっても、気温と風向・風速は一樣ではなく、場所によって、また時刻によって異なった分布が形成されている。これには、斜面に家が建ち並んでいること、集落内の高度差が大きいこと、建物や畑、樹木などが複雑に配置されていることなどが原因と考えられる。

#### 2) 等温線は、等高線と一致していない。

集落の東側は、朝日を受けて気温が上昇している。その結果、昼間でも中心部に比較すると気温が高くなる。また西側は、集落内で高低差があまりないため風が通りにくく、気温が高いと考えられるが、今回の測定では、移動観測の測定点がないため明確には言えない。

### 5. まとめ

斜面に展開する農山村について、集落を取り巻く自然エネルギーの実態を明らかにした。

今後は、年間を通して自然エネルギーの実態を把握することが必要であり、建物の平面計画や棚田も含めて分析することが課題である。

#### 《謝辞》

本研究の一部は、平成13年度熊本県立大学地域貢献研究事業（地域貢献支援研究）の助成を受けた。地図は、熊本県立大学生活科学部の三嶋恵美さんが作製した。区長の久保田保徳様をはじめ、日光集落の皆様には調査にご協力頂いた。記して謝意を表す。

#### 《参考文献》

- 1) 花岡利昌編：伝統民家の生態学、海青社、1991.6
- 2) 花岡利昌・東修三編：ハウスクリマ 住居気候を考える、海青社、1985.1
- 3) 梁瀬美子・三村泰一郎編：ハウスクリマ 住居気候を考えるII、海青社、1991.1
- 4) 木村健一編：民家の自然エネルギー技術、彰国社、1999.3
- 5) 宇野勇治、堀越哲美、宮本征一、横山尚平：中部日本の山間部における伝統的住宅の室内気候調節と立地集落の微気候、日本建築学会計画系論文集、第532号、pp.93～100、2000.6
- 6) 熊本県農政部農村整備課：くまもとDan だん、Vol2、pp.4～5、2001.3
- 7) 熊本地方気象台：熊本県気象月報、p2.p12、2001.8

\*1 熊本県立大学生活科学部  
\*2 熊本県立大学環境共生学部 講師・博士（工学）  
\*3 熊本県立大学環境共生学部 助手・修士（工学）  
\*4 同上 教授・博士（工学）

Faculty of Human Life Science, Prefectural University of Kumamoto  
Senior lecturer, Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.  
Assistant, Prefectural University of Kumamoto, M. Eng.  
Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.

集落内部における夏季の微気象観測  
-密集した漁村集落の生活環境に関する研究 その2-

準会員○黒木勇吉\*1 正会員 辻原万規彦\*2 同 加藤浩司\*3  
正会員 岡本孝美\*4 同 千住 一\*5 同 中村泰人\*6

4. 環境工学-18. 環境設計  
漁村、路地、微気象、風、絶対湿度

1. はじめに

現代の居住空間では、その環境調整を機械的な手法に頼りがちであり、多くの密集した都市において高温化問題が深刻になりつつある一因となっている。これに加えて、密集して建てられた住宅地では、住宅地全体の風の流れが阻害される。このような現状に対し、自然エネルギーを有効に利用し、環境と共生した居住環境を創ることが解決策の一つとなると考えられる。

そこで、同じように古い住宅などの建築物が密集しながらも風が通りぬけている<sup>2)</sup>とされている牛深市の漁村集落(真浦・加世浦地区)に着目した。この集落には、「せどあ」と呼ばれる家並みが残っている。「背戸(裏口)」が語源<sup>3)</sup>で、狭い路地という意味であり、自然エネルギーをうまく取り込み、有効に利用しようとする工夫が見られる。このような自然の取り込み方に関する経緯、知恵、技などを現代に応用すれば、環境に配慮した居住空間が創造できると考えられる。

これまでに漁村集落を対象とした研球は数多くある<sup>4)</sup>。その中でも、真浦・加世浦地区を対象とした研究も既になされている<sup>4) 5)</sup>。これらの研究は、形態とその機能、また集住作法に関するものである。一方、密集地域を対象にした温熱環境に関する研究もある<sup>6)</sup>が、都市の住宅地を対象としている。しかし、密集した漁村集落を対象として、自然エネルギーの有効利用に着目した研究は見られない。

本研究の「その1」では、調査対象である牛深市の漁村集落の概要と路地に関する聞き取り調査の結果を述べる<sup>7)</sup>。「その2」にあたる本稿では、これまでなされてきた自然エネルギーの有効利用を探るために、その実態を明らかにすることを目的とし、夏季の微気象観測の結果を報告する。

2. 測定の概要

2.1 測定場所と日時

調査対象地域は熊本県牛深市真浦・加世浦地区の漁村集落である。牛深市は熊本県の南西部にあたる天草地域を構成する天草下島の南端に位置し(図1)、熊本市から車で約3時間の距離にある。

測定期間は、2004年8月2日(月)から8月6日(金)である。牛深市にはアメダス観測所しかないため、参考のために熊本市における測定期間中の天候を表1に示す<sup>8)</sup>。



図1 牛深市の位置図

表1 測定期間中の天候(熊本市)

	6-18時	18時-翌日6時	6-18時	18時-翌日6時
2日(月)	曇り後一時雨	曇り後一時雨	5日(木)	晴れ
3日(火)	晴れ一時曇り	曇り後一時雨	6日(金)	晴れ、雷伴う
4日(水)	曇り一時雨	晴れ時々曇り		晴れ後一時曇り

2.2 測定方法

測定は、測定期間中を通して連続的に行った固定測定と、期間中の8月3-5日に集中的に行った移動測定に分けられる。

固定測定では、真浦・加世浦地区の消防団建物の

屋上に1点ずつ（図2中のAとB）、太陽電池式の移動気象観測ステーション（ヴァイサラ社製MAWS 201）を固定し、1分おきに気圧、気温、相対湿度、放射収支量、全天日射量、雨量、10分間の風向・風速の平均値と最大値・最小値を連続的に測定した。また、建物の軒先などの雨に濡れない場所に電池式の小型温湿度データロガー（ティアンドディ社製TR-72S）10点を固定し、連続的に測定した（図2中の①～⑩）。なお、小型温湿度データロガーのセンサー部分は、日射による影響を避けるために、アルミホイルで覆った筒の中に入れた。

測定期間中の8月3～5日には、移動測定として集落内12点（図2中のa-1～f-2）において1日4回、8:00（朝）、12:00（昼）、16:00（夕方）、20:00（夜）にアスマン通風乾湿計（佐藤計量器製作所製SK-RHG）を用いて乾球・湿球温度を、風速計（リオン製AM-09T）を用いて風速を測定し、簡易風向指示器により、風向も読み取った。1回の測定時間は5分間とし、まずa-1などの6地点について正時から30秒ごとに風向・風速を測定し、1分ごとに乾球・湿球温度を記録した。さらに、次の地点まで移動し、a-2などの6地点について15分（例えば、8:15）から同じ測定を行い、それぞれ5分間の平均値を求めた。風向は8方位で表し、測定中の5分間で最も多い方角とするが、それでも判断できない場合のみ16方位とした。



図2 集落内の測定点

### 3. 測定結果

#### 3.1 全体の微気象

図3に、移動気象観測ステーションによる真浦と加世浦地区における気温と相対湿度の変化を示す。

両地区とも昼と夜で気温差が5℃近くある。4日の午前2時から4時にかけて、気温が下がり、相対湿度が上がっているのは、その時間帯の降水によるものと考えられる。

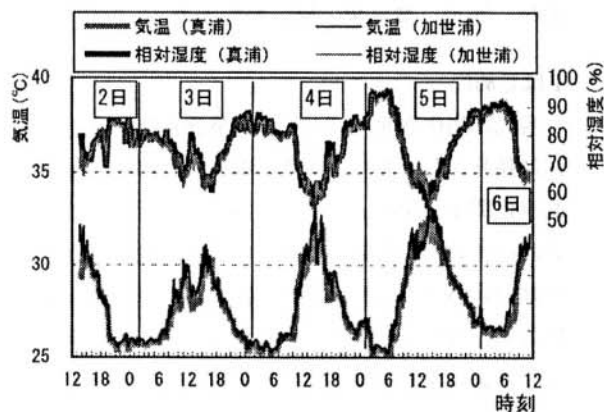


図3 真浦・加世浦における気温と湿度

図4に移動気象観測ステーションにおける10分ごとの風向の平均値を示す。日によって違いはあるが、朝方は南東よりの風が吹き、16:00頃～20:00頃にかけて、北西よりの風が吹いている。これは、海陸風の影響を受けていると考えられる<sup>8)</sup>。

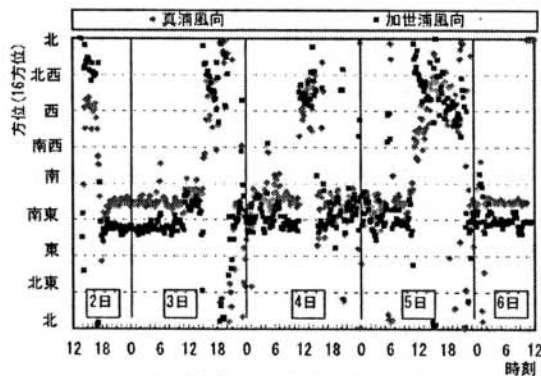


図4 真浦・加世浦における風向

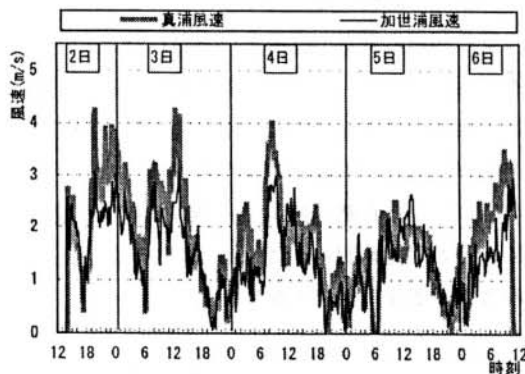


図5 真浦・加世浦における風速

真浦・加世浦地区の気温と風向・風速の分布



図6 8月3日(朝)8:00



図7 8月3日(昼)12:00



図8 8月3日(夕)16:00



図9 8月3日(夜)20:00

真浦・加世浦地区の絶対湿度と風向・風速の分布



図10 8月3日(朝)8:00



図11 8月3日(昼)12:00



図12 8月3日(夕)16:00



図13 8月3日(夜)20:00

図5に、移動気象観測ステーションにおける10分ごとの風速の平均値を示す。日によって違いはあるが、18:00～23:00の間に最小になる。また、7:00～8:00にかけて、一時風が止むが、この時、陸風と海風が入れ替わっていると考えられる<sup>9)</sup>。また、夜間と明け方から昼とでは1.0m/s以上の差がある。

### 3.2 地区内の気温・湿度・風向・風速の分布

図6～図9に8月3日の8:00、12:00、16:00、20:00における気温と風速・風向の分布、図10～図13に絶対湿度と風向・風速の分布を示す。

#### (1) 8:00の気温、絶対湿度と風向・風速(図6、10)

気温は南側①が他に比べて2～3℃高いが、それ以外はあまり差がない。地点①では朝日の影響で周囲より温度が上昇したと考えられる。風速は約1m/sで、海側から吹く南より東の風である。絶対湿度はほとんど差がなく、17.0～18.0g/kg(DA)である。

#### (2) 12:00の気温、絶対湿度と風向・風速(図7、11)

気温は集落の東側と西側に高い部分があり、南側と北側が低い。風速は朝と変わらない。風向も同様に南よりの東風である。絶対湿度は南側、北側と集落の中心で分かれ、集落の中心が他より高い。これは、朝からの海風と東側(真浦地区)の山風よって、空気中の水分が運ばれたためと考えられる。南側の真浦・加世浦地区のMAWSの絶対湿度が低いのは、消防団の上のMAWS設置場所がコンクリート面の上方であることが原因であると考えられる。

#### (3) 16:00の気温、絶対湿度と風向・風速(図8、12)

気温は東側が高い。これは、昼から夕方にかけての日射の影響で周囲より温度が上昇したためと考えられる。風速は朝と昼に比べ小さくなり、昼と同じ南よりの東風であるが、風向が若干北よりに変化している。絶対湿度は朝と同じく差がない。

#### (4) 20:00の気温、絶対湿度と風向・風速(図9、13)

気温は東側と西側が高い。風速は一日の中で最も小さく、昼間とは逆に山から吹き下ろす北よりの風に変わる。集落の東側は東風が多く、西側は西風が多いため、中心に集まりつつ吹き下ろしていると

考えられる。絶対湿度は朝、夕と同じく差がない。

#### (5) 真浦・加世浦地区内のゾーン分け

(1)～(4)より、集落内の気候が風の影響を受けて、1日のうちで大きく変化していると考えられる。また、真浦・加世浦地区は、3つのゾーンに分けられると考えられる。第1に地区の東の山の裾側に、日射の影響により気温が上昇しているゾーンがある。ここは日中から夜にかけて気温が高い。第2に真浦MAWSから⑦地点の真浦の奥側に、海側と山側の間を風が良く通り抜けているゾーンがある。第3に④と⑤地点を中心とした加世浦地区中心部に気温が高く、風が通り抜けにくいゾーンがある。

### 4. まとめ

牛深市の真浦・加世浦地区を対象として、密集した漁村集落の内部の夏季微気象観測を行った。しかし、集落と気候の関係は、まだ十分解明できていない。今後は、夏季だけでなく、年間を通しての微気象の実態を把握することが必要であり、聞き取り調査や測定も詳細に進めていくことが課題である。

#### 謝辞

本研究の一部は、平成15～16年度熊本県立大学地域貢献研究事業(設置者からの依頼研究)による成果である。調査にあたっては、熊本県天草地域振興調整室 脇上哲也様、牛深市役所商工観光課課長 山上良一様、同主任主事 坂田利勝様、熊本県立牛深高等学校校長 山野憲一様、牛深市加世浦地区区長 鯖江要様をはじめ、真浦・加世浦地区の皆様にご協力頂いた。記して感謝する。

また、移動測定は、熊本県立大学環境共生学部4年生の大倉麻衣子さん、加来忠洋君、田上太一君、宮里梨紗さん、朝長亜矢子さん、有明工業高等専門学校建築学科4年生の黒田信香さん、野口裕子さん、牛深高等学校の中山みつこ先生、同3年生の上塚剛君、三勢聖君により行われた。

#### 参考文献

- 1) 右近, 辻原, 平川, 中島, 内山: 棚田を持つ農山村における夏季の自然エネルギーの実態に関する研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 第41号・2〔環境〕, pp. 305-308, 2002. 3.
- 2) うしぶか海彩館の漁業資料館による。
- 3) 例えば、長坂大: 集落における屋外空間の構成と変遷についての研究-我が国の現代漁村集落を事例として-, 日本建築学会計画系論文集, 第495号, pp. 271-279, 1997. 5.
- 4) 栗津八郎: 牛深市真浦・加世浦漁業集落に関する研究, 日本建築学会中国・九州支部研究報告, 第2号, pp. 145-148, 1972. 3.
- 5) 石橋和幸, 延藤安弘, 横山俊祐: 高密度漁村集落における集住作法について-熊本県牛深市真浦、加世浦の事例-, 日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集, pp. 41-42, 1989. 10.
- 6) 辻政宏, 針井修一: 住宅密集地域における路地空間および住戸内の夏季温熱環境に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第562号, pp. 23-30, 2002. 12.
- 7) 加藤, 辻原, 岡本, 千住: 路地形成を中心とした聞き取り調査-密集した漁村集落の生活環境に関する研究その1-, 日本建築学会九州支部研究報告, 第44号・3〔計画〕, 投稿中, 2002. 3.
- 8) 熊本地方気象台: 熊本気象月報, 2004年8月, 2004. 8.
- 9) 真木太一: 風と自然-気象学・農業気象・環境改善-, 開発社, pp. 32-40, 1989. 1.

\*1 熊本県立大学環境共生学部居住環境学専攻  
\*2 熊本県立大学環境共生学部居住環境学専攻 助教授・博士(工学)  
\*3 有明工業高等専門学校建築学科 講師・博士(工学)  
\*4 熊本県立大学環境共生学部居住環境学専攻 助手・修士(工学)  
\*5 立教大学大学院観光学研究科 大学院生・修士(観光学)  
\*6 熊本県立大学環境共生学部居住環境学専攻 教授・工博

Prefectural University of Kumamoto  
Assoc. Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.  
Lecturer, Ariake National College of Technology, Dr. Eng.  
Assistant, Prefectural University of Kumamoto, M. Eng.  
Graduate Student, Rikkyo University, M. A. in Tourism  
Prof., Prefectural University of Kumamoto, Dr. Eng.