

大分市における夏季日中の気温分布の観測

西垣 肇*・猪ノ口 博美**

【要 旨】 大分平野の別府湾岸域から且野原（郊外の丘陵地）にかけての地域において気温分布の観測調査を行った。2007年夏季の晴天日の日中に5回の観測を行った。次の点に注目した。(1) 海風卓越日と南東風卓越日との差異, (2) 7月下旬から9月上旬にかけての季節進行に伴う変化, (3) 1986年（21年前）の観測記録との差異。当地にとっての新たな結果として、以下のことがわかった。(1) 海風卓越日には沿岸低温・内陸高温の気温分布がみられるが、南東風卓越日には気温の地域差が小さい。(2) 7月下旬から9月上旬にかけて海面水温の上昇と気温の地域差の縮小がみられる。(3) 南大分と宮崎（海岸から5~6km内陸部にある）に暖域がみられるが、この特徴は1986年の結果にはみられない。

【キーワード】 気温分布 大分平野 夏季日中 微気象 海風

1. はじめに

大分市は日本の南西部に位置し、夏季は高温で陽ざしが強く、暑さが厳しい。その気温には、大分市の中である程度の地域差がみられる。このことは、自然現象として興味深く、また地域の生活情報としても有用である。本研究では、大分平野から、南部の丘陵地である且野原にかけての地域に注目し、夏季日中の気温分布の観測調査を行う。対象地域の地形を図1に示す。大分平野は大分川と大野川の下流域に位置する沖積平野で、図にはその西部が含まれる。大分川の西岸には市街地中心部があり、その西と南に丘陵地がある。

大分市のような沿岸域においては、海陸風が地域の気象に大きく影響していることが知られている。海陸風は晴天で静穏な日によく発達するが、そのときには地域内の局所的な特徴が表れやすい。日中は海から陸に向かう海風が卓越し、沿岸低温・内陸高温の気温分布が現れやすい。夜間は内陸から海に向かう陸風が卓越し、沿岸高温・内陸低温の気温分布が現れやすい。その際、河川や谷では海風や陸風が通りやすいため、比較的低温になりやすい（たとえば Oke, 1987; 川西, 1994; 小倉, 1999）。

大分市における気温分布の観測は、秋季の夜間に比較的多く行われている（川西, 1979; 川

平成 21 年 6 月 1 日受理

*にしがき・はじめ 大分大学教育福祉科学部地学教室・環境分野

**いのくち・ひろみ 大分大学教育福祉科学部環境分野 現所属：三井住友海上火災保険

西ほか, 1982; 川西, 1994; 西垣ほか, 2003)。陸風の卓越する日の夜間は沿岸高温・内陸低温の分布で, 大分川に沿う地域で低温傾向が, 市街地中心部で高温傾向(ヒートアイランド)がみられる。長期的変化として, 近年且野原と市街地中心部の気温差が縮小していること, その変化が且野原周辺の土地利用変化に起因する可能性があることが, 西垣ほか(2003)によって指摘されている。

当該地域における夏季日中の気温分布の観測は1986年に行われて3例の記録(橋本, 1987; 川西, 1994)がある。その気温分布は沿岸低温・内陸高温だが, 他に2つの特徴がある。大分川に沿って低温域がみられること, 5号地の海岸では狭い範囲で大きい気温差がみられることである。他の季節については, 4月の観測記録が1例ある(川西, 1981)。

本研究では, 新たに気温分布の観測を実行し, 以下の3点に注目する。(1) 海風卓越日とそうでない日との差異はみられるか。(2) 7月下旬から9月上旬にかけての季節進行に伴って気温分布の特徴に変化はみられるか。(3) 前述の観測がなされた21年前から大分市の人口は増え, 土地開発が進められているが, 気温分布の特徴に差異はみられるか。これらの点に関しては, これまでの観測データは十分でない。

観測を行った2007年夏の特徴にふれる。8月16日に日本の観測史上最高気温が74年ぶりに更新されたことが思いおこされる。大分における特徴を述べると, 7月23日に九州地方北部の梅雨明けが発表され, その後は平年よりも気温の高い日が多い。特に8月中旬~9月上旬は, 気温が平年よりもかなり高い。7月下旬, 8月中旬, 下旬, 9月上旬は高気圧に覆われて晴天の日が多く, 夏らしい気象条件である。比較対象の1986年も, 高気圧に覆われて晴天の日が多い。

2. 観測

気温分布の観測は, 前述の一連の観測と同様に, 温度計を自動車に取り付け, 走行しながら記録を取る移動観測の方法を用いた。今回は熱電対温度計を用いた。走行経路は図1に示すとおりである。観測は表1に示すように2007年7月下旬から9月上旬の晴天の日中に5回行った。

走行中, 気温の読み取りと記録は, 200 m 間隔を目安に延べ150点で行った。ただし, 停車中はエンジン熱の影響で温度が上がるため, 記録を避けた。温度センサは車体左側のドアミラーに取り付け, その高さを地上1.5 m とした。センサは直径1 mm の針状のものを使っており, 応答時間は十分に短い。温度の表示分解能は0.1°C, カタログ精度は±1°Cである。観測を通し

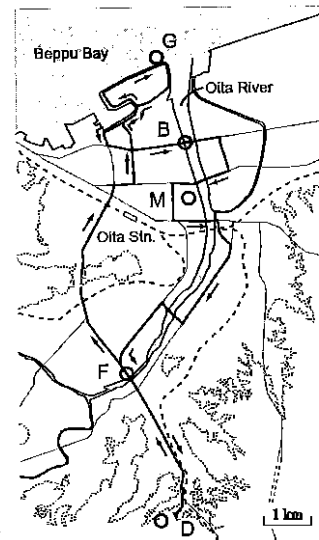


図1 観測地域の地形。ハッチ部分は標高40m以上の地域。矢印で示す線は移動観測の走行経路, その他の細線は主な道路, 破線は鉄道をそれぞれ表わす。図中の地点は以下の通り。G: 5号地, B: 弁天大橋, M: 大分地方気象台, F: 府内大橋, D: 大分大学且野原キャンパス。

て同じ測器を使用するため、1℃単位の気温分布パターンを知るには十分な精度が見込まれる。結果は等温線図で表現するが、その際数百メートル以下のスケールの変化を落として等温線を滑らかに描く。小スケールの変化は数分程度の短時間の現象である可能性が高いため、この方法は適切である。

観測中、5号地の海岸（図1のG点）に立ち寄り、気温、湿度、海面水温、風向の観測を行った。気温と湿度は、通風乾湿計を用いて堤防上とテトラポッド先端の2か所で測定した。海面水温はテトラポッド先端にてバケツで海水を汲み、水銀温度計で測定した。

表1 気温分布観測の日時

1回目	2007年7月26日	14:38 ~ 15:59
2回目	8月8日	14:07 ~ 15:47
3回目	8月17日	14:10 ~ 15:54
4回目	8月29日	14:15 ~ 15:50
5回目	9月6日	14:00 ~ (不明)

3. 結果と考察

観測された気温分布のうち1, 2, 4回目のものを図2に示す。1回目と4回目（図2a, c）は沿岸部が低温、内陸部が高温の分布を示す。2回目（図2b）は気温の地域差が小さく、一様に近い。3回目と5回目は沿岸部低温・内陸部高温の分布となっている（図は省略）。

観測当日の気象状況に目を向ける。図2の観測日の天気図を図3に示す。1回目（7月26日）の大分は、太平洋起源の高気圧に覆われて晴天である。2回目（8月8日）は日本の東方に太平洋高気圧の中心があり、大分はその勢力下において晴天である。この日は台湾付近に台風6号と7号があり、九州付近の等圧線が混んでいる。4回目（8月29日）は沖縄付近に太平洋起源の高気圧があり、その影響で晴時々曇の天気である。

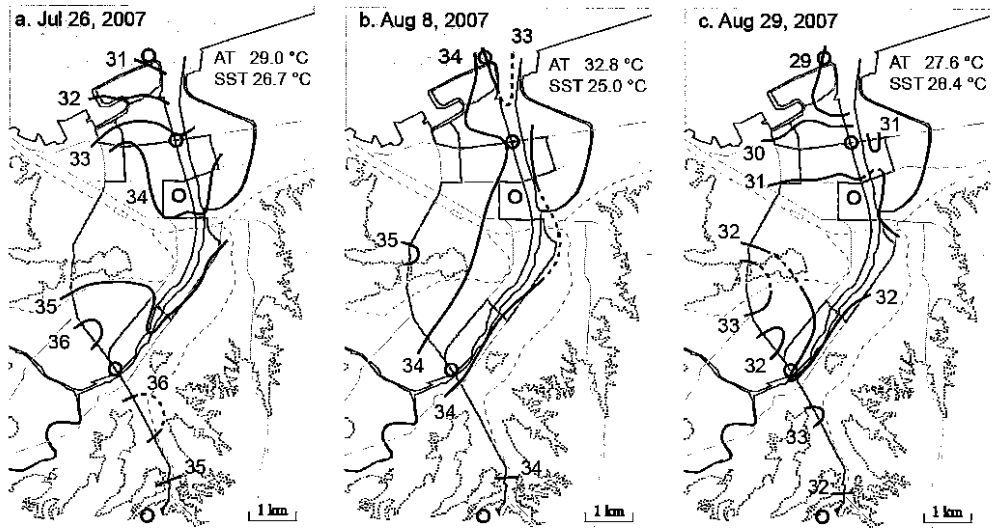
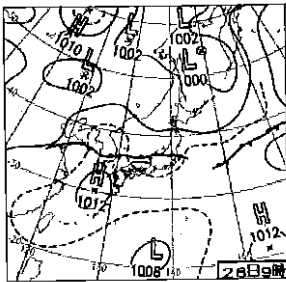
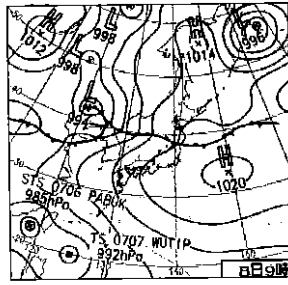


図2 観測された気温分布。ATは5号地テトラポッド先端の気温。SSTは同地の海面水温。a: 2007年7月26日（1回目）、b: 8月8日（2回目）、c: 8月29日（4回目）。

a. Jul 26, 2007



b. Aug 8, 2007



c. Aug 29, 2007

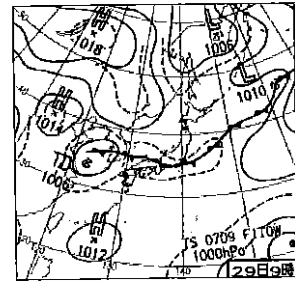


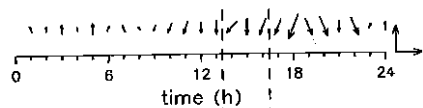
図3 観測日の地上天気図。気象庁作成のものを転載。a: 2007年7月26日, b: 8月8日, c: 8月29日。

これらの日の大分地方気象台における風向風速を図4に示す。1回目(7月26日)と4回目(8月29日)には、夜間に南寄り、日中に北寄りの風がみられ、海陸風が卓越していることが示される。2回目(8月8日)は1日を通して強い南東の風で、海風はみられない。この風は、当日の気圧配置(図3b)に起因するものである。3回目(8月17日)と5回目(9月6日)の日中は晴天で、風向に海陸風の特徴がみられる。大分県内の沿岸にあるアメダス測点である杵築、中津、佐伯の3点における風向風速は、いずれも同様の特徴を示す。すなわち、2回目を除く4回の日には日中は海から陸、夜間は陸から海に向かう風向を示すが、2回目の日には1日中強い南東の風が観測されている。

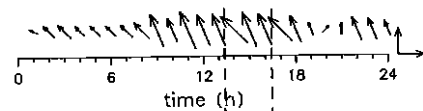
以上のように、海風のみられる日の4回は沿岸低温・内陸高温の気温分布がみられ、強い南東風のみられる8月8日は一様に近い気温分布がみられる。特に8月8日の特徴は、大分市の観測例としてはこれまで報告されていなかったものである。この結果は、海風が沿岸低温・内陸高温の気温分布をつくるという知見と整合する。

沿岸低温・内陸高温の気温分布を示す4回分に注目し、7月下旬から9月上旬にかけての変化を検討する。それぞれにおける最高温域と最低温域の気温差を等温線から読み取ると、6°C, 7°C, 5°C, 5°Cと、縮小傾向にある。5号地東部における海面水温は26.7°C, 27.8°C, 28.4°C, 29.2°Cと上昇している。一般に海水温の季節変化は気温のものよりも時季が遅れる。この期間には、気温については年間最高の時季をささむが、海面水温については上昇の時季にあたるため、日中気温と海面水温の差は縮小傾向にある。このことが、沿岸地域と内陸地域の気温差縮小の一因であると思われる。

a. Jul 26, 2007



b. Aug 8, 2007



c. Aug 29, 2007

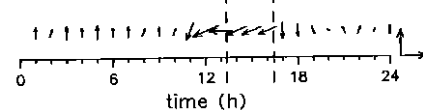


図4 観測日の大分気象台における風向風速。右下の矢印は 5 ms^{-1} を表す。a: 2007年7月26日, b: 8月8日, c: 8月29日。

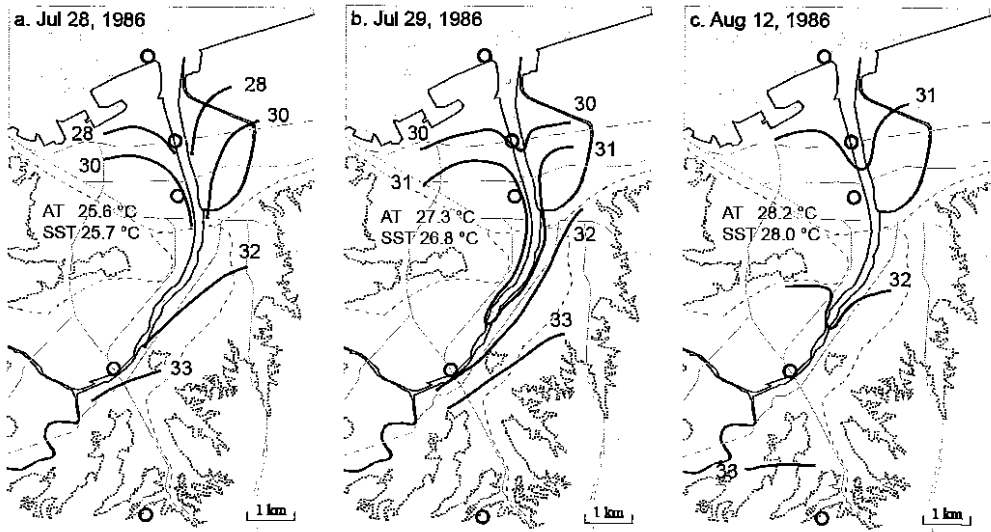


図5 1986年に観測された気温分布の記録。橋本(1987)、川西(1994)より再作図。ATは5号地の気温。SSTは同地の海面水温。a: 7月28日, b: 7月29日, c: 8月12日。観測開始時刻はいずれも12:30~13:00の間。

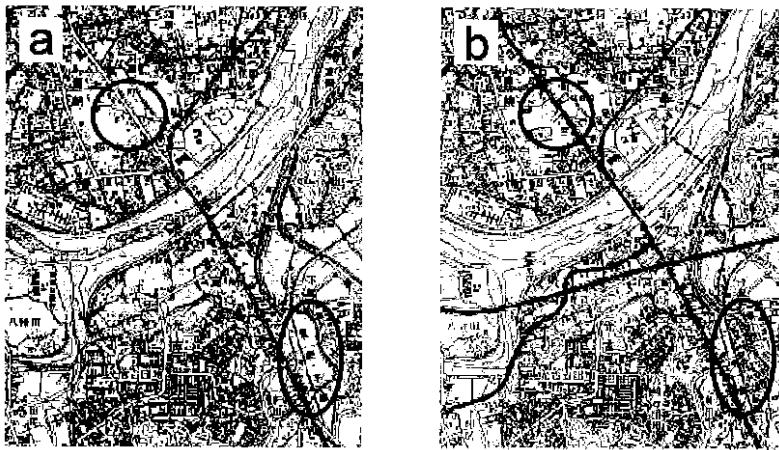


図6 府内大橋周辺部の地形と土地利用。国土地理院所蔵・刊行の1:25,000地形図「大分」使用。a: 1987年発行のもの, b: 2000年発行のもの。

各回における最高・最低温域に注目する。最低温域は4回いずれも5号地北東部にみられる。日中は陸上気温よりも海面水温のほうが低く、当該地は海の影響を最も大きく受けることが理由と考えられる。最高温域は1回目(7月26日)と3回目(8月17日)には南大分と宮崎にみられるが、4回目(8月29日)には大道トンネル南側と敷戸に、5回目(9月6日)には大道トンネル南側のみにみられる。後半の2回には、南大分と宮崎の暖域が弱まって消えているように見える。少ない観測例数ではあるが、この現象は季節進行に伴うものである可能性がある。

21年前にあたる1986年の観測結果には、南大分と宮崎の暖域はみられない。この年に観測された3回の気温分布を図5に示す。兩年近くにおける土地の状態を図6に示す。南大分と宮崎では、水田が減って舗装地が増えているが、図の円と楕円で示す地域において変化が著しい。少ない観測例数ではあるが、土地の状態の変化が暖域をつくっている可能性がある。

4. まとめと議論

2007年夏季の晴天日の日中を選び、大分平野において気温分布の観測を行った。5回の観測結果のうち4回は海風が卓越している日のもので、沿岸低温・内陸高温の特徴がみられる。のこりの1回は逆向きにあたる南東風が強い日のものだが、全体的に気温の地域差が小さく、沿岸部の低温がみられない。この結果は、海風が沿岸部低温の特徴をつくるとの知見を支持する。

海風卓越日における気温分布の基本的特徴は1986年と同様だが、以下の特徴が新たにみられた。7月下旬から9月上旬にかけて、海面水温が上昇し、「最高温域と最低温域との気温差」が縮小した。この現象は季節進行に伴うものと考えられる。7月下旬と8月上旬に南大分と宮崎に暖域がみられるが、8月下旬と9月上旬にはみられない。これらの暖域は1986年にはみられなかったもので、土地利用の変化に起因している可能性がある。

謝辞

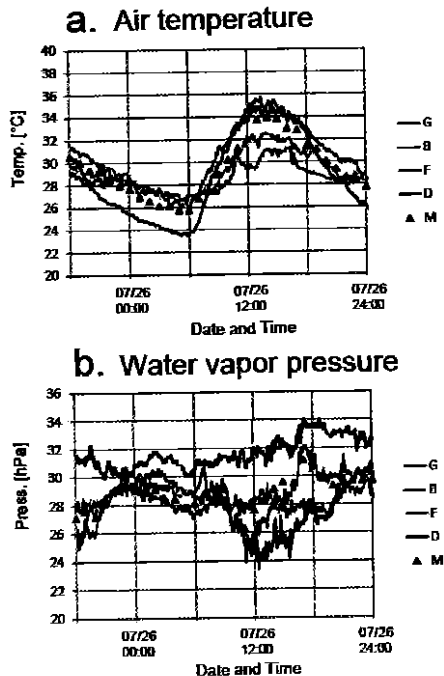
焼結煙突の気象観測データを提供いただいた新日本製鐵大分製鐵所環境管理グループに感謝します。ウィンドプロファイラの観測データを提供いただいた大分地方気象台に感謝します。気象庁作成の天気図と地上気象観測資料を使用しました。

付録

A. 海岸直近の気温分布

5号地の海岸には堤防があり、その先に海面上に10m突き出ているテトラポッドがある。気温の現場測定は、堤防上とテトラポッド先端の2ヶ所で行っている。その結果は、堤防上がテトラポッド先端よりも1.5℃前後高温である。移動観測経路に含まれる道路は、堤防から8m離れているが、その気温は堤防上よりも0.5℃前後高い。このように、海岸付近の気温は狭い範囲で大きく変化する。

その特徴は、1986年との差異がみられな



図A1: 各観測点における時系列。測点は図1のアルファベット参照。2007年7月25日18時から26日24時の a: 気温, b: 水蒸気圧。

い。1986年の記録(図5)には海岸付近の等温線が描かれていないが、海岸における気温の記録などから、気温分布の特徴は今回と同じと思われる。

B. 気温と水蒸気圧の時系列

移動観測のほか、温湿度計を用いた時系列観測を、図1に示すG, B, F, Dの4点で行った。観測期間は2007年7月25日～8月2日, 8月7日～8月21日, 8月28日～9月20日で、気温分布を観測した時は5回すべて含まれている。その日時の気温は、いずれも移動観測結果と整合する。7月26日の観測結果を図A1に示す。

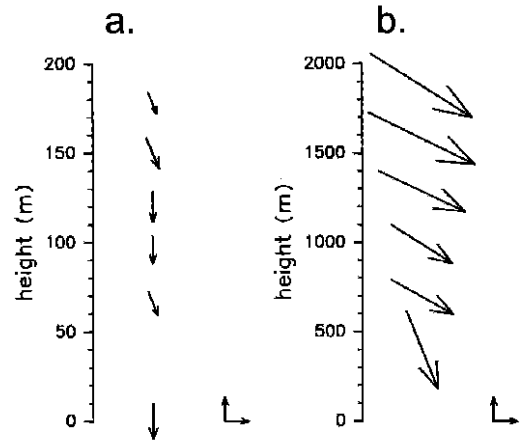
海風卓越日の時系列は、0～6時には沿岸高温・内陸低温を示す。8時前後にその関係は逆転して沿岸低温・内陸高温となり、その気温差は13～15時に特に大きい。

水蒸気圧は全体的に沿岸で高く、内陸で低い。その日変化は比較的小さい。海風卓越日の9～20時には沿岸部と内陸部の差が大きい。5号地における水蒸気圧が高く、沿岸部と内陸部との差が大きい。このことは、別府湾から湿潤な空気が流入していることを示す。

C. 上空の風向風速

新日鉄大分製鉄所の焼結煙突で行われている気象観測の結果と、大分地方気象台におけるウィンドプロファイラによる風向風速の鉛直分布の観測結果を用い、上空の風向風速の特徴を検討する。新日鉄の観測は、地上の1点に加えて煙突上の178 mまでの6つの高度で行われている。ウィンドプロファイラの観測高度は地上400 m～8 kmまでの約300 mおきである。

観測日における上空の風の特徴を挙げる。高度178 m以下の風向風速は海風の特徴を示し、風向は地上のものに近い。高度1.5 km以上の結果は、総観スケールの現象を反映し、高層天気図とよく整合する。高度400 m～1.2 kmの結果は両者の遷移的な特徴を示す。例として1回目の日(7月26日)の日中のものを図A2に示す。



図A2: 2007年7月26日の上空の風向風速。a: 焼結煙突における14～15時の平均。b: ウィンドプロファイラによる15時10分のもの。右下の矢印はいずれも 2 ms^{-1} を表す。

参考文献

- 1) 橋本誠治, 1987. 大分市の気温—海風の昇温状態—, 大分大学教育学部卒業論文.
- 2) 川西博, 1979. 大分市の気温—(1)日最低気温について—, 大分大学教育学部研究紀要(自然科学), 5(4), 21-27.
- 3) 川西博, 1981. 大分市の気温—(4)昇温過程における海風の影響—, 大分大学教育学部研究紀要(自然科学), 6(1), 9-15.
- 4) 川西博, 1994. 大分県の気象探訪, 大分合同新聞社.

- 5) 川西博, 河野啓二, 菅沢志郎, 1982. 大分市の気温-(1)市街地のヒートアイランドー, 大分大学教育学部研究紀要 (自然科学), 6(3), 43-50.
- 6) 西垣肇, 木村彩子, 平川恵, 2003. 大分市の夜間の気温分布: 約 20 年前との比較, 天気, 50(8), 635-640.
- 7) 小倉義光, 1999. 一般気象学第 2 版, 東京大学出版会.
- 8) Oke, T.R., 1987. Boundary Layer Climates, 2nd ed., Routledge.

Observations of Daytime Air Temperature Distributions in Oita City

NISHIGAKI, Hajime and INOKUCHI, Hiromi

Abstract

We have observed distributions of air temperature in Oita City from the coast of Beppu Bay in the Oita Plain to Dan-noharu (a suburban hilly area). Careful observations were made 5 times in the daytime of fair weather in the summer of 2007. We have focused on: (1) differences between a day with dominant sea breezes and the one with seaward southeasterly, (2) changes with seasonal advances from late July to early September, and (3) changes from the data of 1986 (21 years ago). We have found following new observational evidences in this area: (1) Air temperature is lower in the coastal area and higher in the inland area in days with dominant sea breezes, while it is relatively uniform in a day with seaward southeasterly. (2) From late July to early September, sea surface temperature is rising and the difference in air temperature between the highest and lowest areas is decreasing. (3) Warm areas are present in Minami-Oita and Miyazaki, where both are 5 - 6 km apart from the coast. They were not seen in the data of 1986.

【Key words】 air temperature distribution, Oita Plain, summer daytime, micrometeorology, sea breeze