

海陸風に対する一般風の効果について*

国保政行** 根山芳晴**

要旨

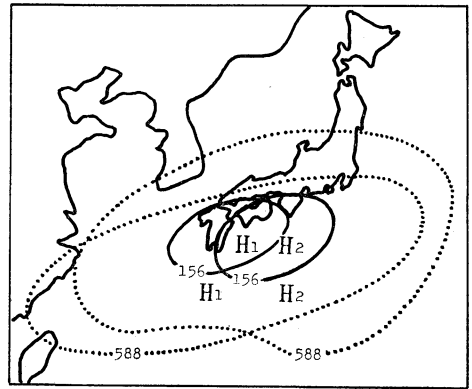
海陸風の風速が地形によってかなり変えられ、また季節によっても異なることは報告されている。一般風が陸上の渓谷や海上の相対的な冷気塊や暖気塊を運搬し、そのために海陸風循環系内の冷熱源の温度が変化し、海上—陸上の水平温度傾度に変化がおき、海陸風速の強化や弱化が生じた事実を観測結果を用いて説明する。海陸風が卓越するときは高気圧内において一般風は極めて弱い場であるが、本論での一般風とは総観規模よりスケールの小さい中規模、中間規模程度の現象に伴う風のことである。

1. はしがき

総観規模の気象状態が海陸風に与える影響について、M.A. Estoque (1962年) が数値実験での結果を提示しているが、その中で卓越地衡風による温度移流の効果が作用して現われる海陸風の振舞いについて述べている。ここでは広島で行なったパイボール観測等によって、実際の観測事実をもとに陸上から海上へ、海上から陸上への一般風によってもたらされた移流効果をモデル的に考え、ある時期における海陸風速の平均状態に比べて強化、弱化がおきたことを調べた。通常海陸風は地衡風の卓越しないときに出現するのであるが、ここでいう一般風とは中間規模や中規模程度の高気圧セルの移動に伴って変化している風である。

2. 結果

一般風向がほとんど変化していない例として、850 mb (実線) と 500 mb (点線) 面での高気圧の状態を示した第1図 (1972年9月1～2日の観測例) によると、一般風としてはほぼ西風が期間中持続しており、そのときの広島における海陸風向・風速のタイムセクション (第2図) にみられる特性は、過去数例 (岸田, 根山, 井野) による秋の典型的な海陸風循環の姿を見せている。すなわち、19～20時に陸風が変わって10～11時に海風に戻り、陸風速の最大高度は200～300 m で、最大風速7～8 m/s、海風は200 m 付近で4 m/s、また、各風系の上限は陸風が最高800 m に対し、海風は700 m となっている。一般風の変動がなく、ほぼ同一風型で卓越



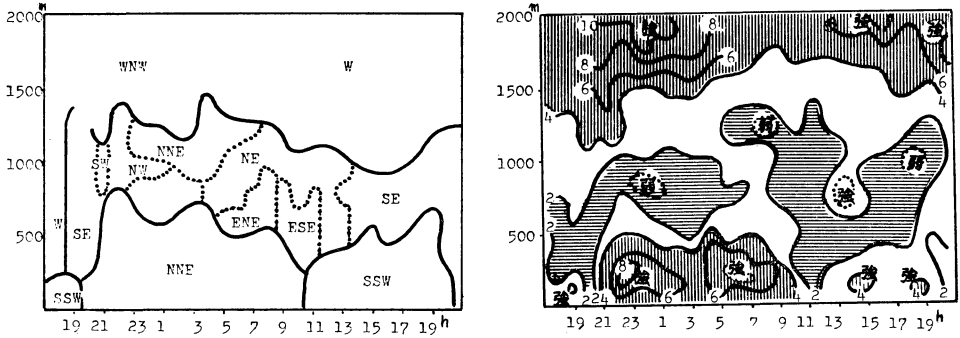
第1図 高気圧の状態 (1972年9月1～2日)
実線: 850 mb, 点線: 500 mb の特定
等高度線を示す。

しているときには、それが西よりのとき、南よりのときで循環系の様子は異なっている、それぞれの一般風に重畳した下層の海陸風がほぼ典型的に現われている。これに対し、第3図にみられる1974年8月21～22日の場合は、850 mb でも 500 mb 面でも閉じた高気圧が西日本の上を東進しているようなパターンである。これに伴ってパイボール観測結果でみられる風の変化は、第4図のように、まず、1,000 m 以上の一般風が21日11時頃から北東で、以後東南東に変わり、17時以後南東に、そして22時以後南風が変わって5～6時間続き、時計廻りの回転をしている。このことは高気圧セルの通過を如実に示している。そして一般風速の時間変化をみても、10時以前は4 m/s と強く、それ以後17時までは2 m/s 以下の弱風、さらに18時以後は6～7 m/s の強風が現われている。

海陸風の振舞いの中での典型的分布と大きく異なる点

* The Effects of the Geostrophic Wind on Land and Sea Breezes.

** S. Kuniyasu and Y. Neyama 広島地方気象台
—1975年3月20日投稿受理—
—1975年7月22日改稿受理—



第2図 風向・風速のタイムセクション (1972年9月1～2日)

は風速分布にみられる。まず、

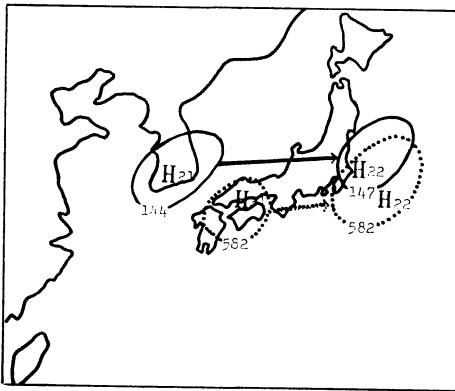
(1) 21日早朝の陸風速 (2 m/s 以下) が、典型的な例である1972年9月2日の9時の風速 (5 m/s 以上) に比べて極めて弱いこと (8月20～21日の夜間の陸風速は平均約 3 m/s で典型的な場合よりも弱い)。

(2) 夏期の広島における海風最大は12～13時 (14～15時にも 2 次的にみられることがある) に現われることが

多いが、この事例では12時ころから海風が次第に強くなっていること

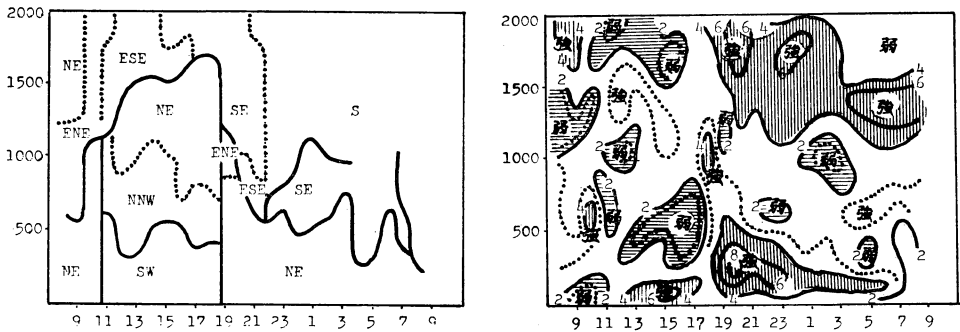
(3) 陸風の最大が20時頃に現われ、しかもその風速が夏の平均陸風速 3～5 m/s よりはるかに強く 8 m/s に達していること

等である。これらについて海陸風循環に対するモデル的な立体像を想定して考察した。

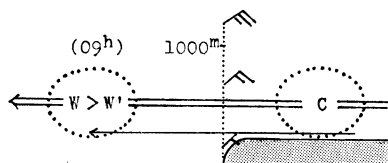


第3図 第1図と同じ、(但し1974年8月21～22日)

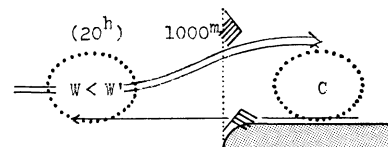
9時頃の陸風に対しては、地上から2,000 m までの全層の風向が陸風と同じ北東風であるから、むしろ陸風が強く吹いてもよいはずである。にもかかわらず逆に弱風速となっていることについては、第5図のモデルを考えた。すなわち、北よりの風は広島では陸上から海上にほぼ直角に吹く風であるから、陸上またはそれ以北の山地から冷気を運ぶ働きをすることになり、このため海上にある相対的な暖気は移流混合により、より冷されることになる。その結果、海上—陸上の気温傾度が弱体化し、陸風は弱くなると考えられる。すなわち、地上から2,000 m 辺までの一般風を含めた北東～東北東の風は、夏の典型的な陸風時には現われないので、この時の一般風が海上への cold advection の働きをしたことになる。この海面上気温の低下の実証としては、前夜の平均海上



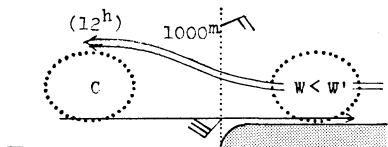
第4図 第2図と同じ、(但し1974年8月21～22日)



第5図 気温傾度弱化的場合、 \Rightarrow ：移流の方向を示す。W：海陸風循環の平均状態時の気温，W'：移流後の気温



第6図 気温傾度強化の場合



第7図 気温傾度強化の場合

気温 25.2°C ，9時の海上気温(海上のブイ点)は 24.0°C で，典型的陸風の吹いている同じ夏期の平均気温 (27°C) に対して 3°C も低下していることよりわかる。

次に20時の陸風の強風速については第6図のモデルにみられるように，一般風(南よりの風)は海上から陸上に向う風であるから，海上の相対的に高温な空気を湾の南方から広島湾内に運ぶことになり，湾内海上気温は昇る。しかし，陸上に達すると，もともと下層は相対的な冷気であるため，南からの暖気はいは上る形となって地上付近の冷気とは混合しない。結果的には海上気温の上昇がおきても陸上では温度が不変で，海上対陸上の気温傾度が増大し陸風は強くなる。このときの陸上の気温は平均値と大差ないが，海上では 26.0°C に対して 26.4°C と 0.4°C 高くなっている。

次に，12時の海風の強化に対しては第7図のように，陸から海に向う風は背後の山地や谷での相対的な日中の高温空気を海岸付近に移送して昇温させるが，海上では相対的冷気塊の上にはい上る形で温度変化をおこさない。ために水平気温傾度は増大し，海風は強まる。陸上の気温は平均値 31.0°C に対して 32.0°C と 1°C 高くなっているが，海上では 28°C で平均値とほとんど変わらない。

3. あとがき

以上のことは一般風が時間とともに変わったとき，それ

よりスケールの小さい海陸風に対して，風向の変化によって暖気塊，冷気塊の運搬が違った形で現われ，水平の気温傾度に変化をおこし，それが気圧傾度にはね返って風速の強化，または弱化をおこしたことを示唆している。当然，海—陸方向の気圧傾度にも相違が出てくるはずであるが，これについては直接測っていないので実証はむずかしい。しかし，一応気温傾度の大きさの変化によって海陸風の強弱がおき得ることがわかった。このことは，広島湾という特殊な海上と陸上との間の海陸風についての実証であるが，恐らく移流効果の考え方については何処でも当てはまるものと思う。さらに風への寄与については地形の影響が加わった海陸風の偏倚という形が当然考えられるが，それはむしろ力学的に海陸風向への影響がより大きく効くといわれており(根山，1972年)，また季節の違い，すなわち，一般風が偏西風であるか，南よりの風であるかによる影響は海風，陸風の循環の強さや継続時間に大きく現われている(根山，1972年)。

海風や陸風がある時刻に，すでに述べられている事実反して，すなわち北よりの一般風のもとで陸風速が弱かったり，北よりの一般風のときに海風速が強くなったりしている強風速や弱風速の出現は，一般風向が高気圧セルの移動に伴っておきた移流効果のちがいがより大きく働いているであろうことが，ある程度観測事実によって実証されたと思う。

この特別観測は，気象研究所と広島地方気象台との地方協同研究の一端として広島地方気象台，広島航空測候所，呉測候所，気象協会広島支部の職員によりなされたものである。記して謝意を表します。また大阪管区気象台のご配慮と日本気象協会関西本部のご援助，さらに京都大学防災研究所中島暢太郎教授と広島女子大学宮田賢二助教授のご支援に対し，そして測器の貸与に便宜をいただいた各官署に併せて深謝します。

文 献

- 井野英雄，根山芳晴，1972：海陸風の研究，天気，19，299-310。
- 井野英雄，根山芳晴，1973：広島湾の海陸風について(その1)海陸風の循環特性，天気，20，547-555。
- 根山芳晴，1972：広島湾沿岸の海陸風に対する一般風と地形の寄与，気象技術ノート(日本気象学会関西支部)，14巻，1・2号，44-49。
- Estoque, M.A., 1962: The sea breeze as function of the prevailing synoptic situation. J. Akmos. Sci. 19, 244-250.