

瀬戸内海西部に発生する陸風収束雲について*

中 田 隆 一**

要 旨

瀬戸内海における海陸風循環の境界については、大気汚染物質の拡散などに関連して重要な問題となっているが、その機構はまだ明らかでない。

今回の調査は、瀬戸内海西部沖合に発生する陸風収束雲とみられる雲列から陸風循環の一端を解明することができた。

陸風収束雲は、早朝から昼頃にかけて見られ、出現期間は、海水温と陸上の最低気温の差が大きくなる10~12月が主である。

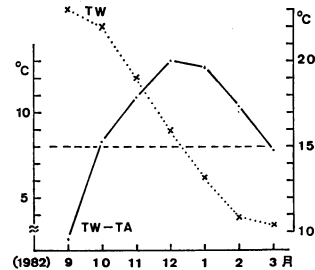
小型機をチャーターして雲列を調査した結果、陸風の収束による積雲列は、愛媛県の佐田岬北方で雲の三差路を形成し、伊予灘・宇和海・周防灘へと分岐する非常に特徴的なものであり、伊予灘からひうち灘へかけての雲列は、100km以上にも達する壮大なものであることが分かった。

1. はじめに

1981年10月4日、移動性高気圧におおわれた快晴の早朝、松山空港沖の伊予灘に、ライン状の積雲列が海岸線に平行に現れていた。海上にのみ発生するこの積雲列がどのような機構で発生するかは興味のあるところで、これを明らかにするため、調査を始めた。

調査項目は、松山地方気象台松山空港出張所からの目視による雲列観測や、海水温の測定、アメダス観測点の地上風による解析等である。また、同所へ来所する小型機のパイロットに依頼して、雲列の海上での位置、雲列の長さ、雲頂、雲底高度などについて調べてもらった。

その結果、雲列は秋の半ばから12月の終わりにかけて、まだ比較的(相対的)に海水温の高い頃(第1図)、西日本が移動性高気圧におおわれた好天の早朝にのみ発生することが分かった。このような時には、夜間の陸風が卓越すること、また、小型機の報告によると、雲列は海上のほぼ中心付近に存在することから、中国側と四国側の陸風が海上でぶつかり合い上昇してできる、陸風収束



第1図 海水温と最低気温の年平均値の比較。松山空港岸壁下で観測した海水温(TW)と、広島地方気象台の最低気温の年平均値(TA)との差を示している。値は、各月の10日を比較したものである。破線は、収束雲発生の目安点とみられる8°C線。目盛右側…TW, 目盛左側…TW-TA。

雲ではないかと考えるに至った。航空写真によると雲列は、愛媛県佐田岬の北方で雲の三差路を形成して、伊予灘・宇和海・周防灘へと分岐しており、地形と良く対応した形で、非常に特徴的なものであることが分かった。

この論文では、松山での1年間の調査結果、ならびに1982年に広島から小型機を2度チャーターして行った雲列の観測結果について報告する。

* On the cloud generated by the land-breeze convergence in Western Setouchi.

** Takakazu Nakata, 広島地方気象台.

—1983年5月9日受領—

—1983年7月25日受理—

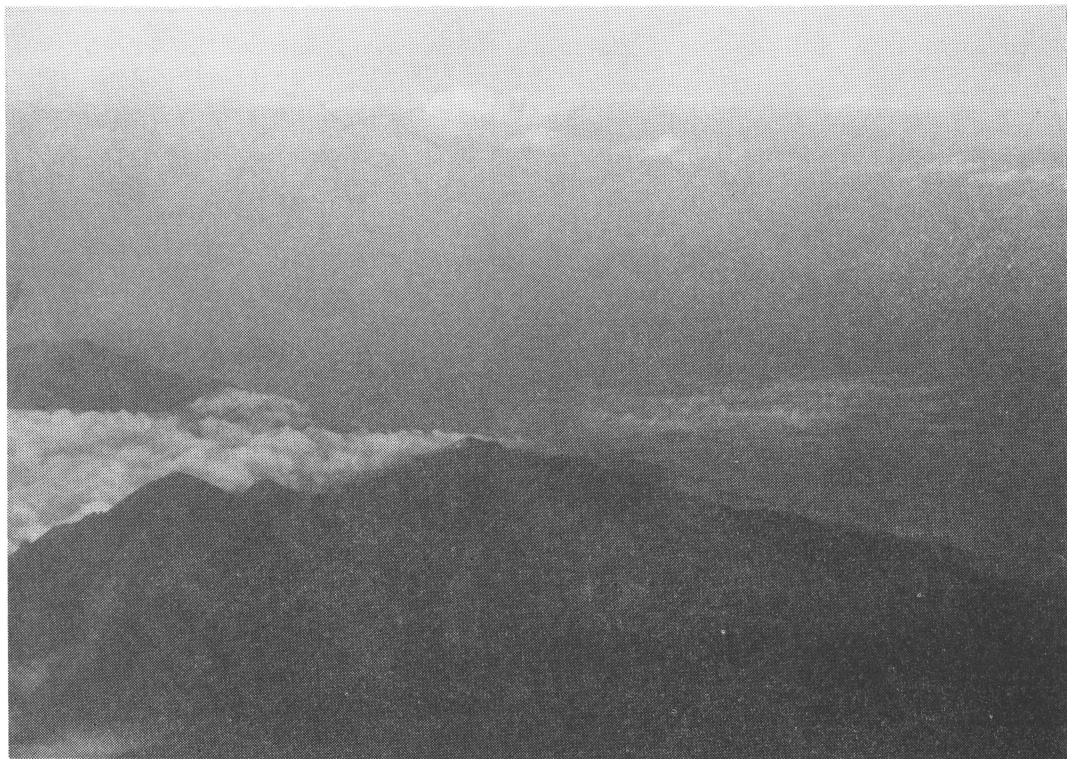
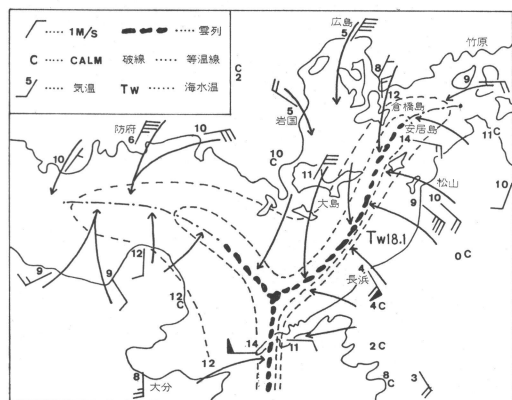


写真1 佐田岬北方の伊予灘に発生した雲の三差路。1981年11月19日07時。手前は“肱川あらし”。



第2図 雲の三差路, 1981年11月19日07時.
地上のデータは 09時のもの。

2. 観測結果と解析

2.1. 雲の三差路

小型機の観測により確認(写真撮影)した陸風の収束により発生したとみられる, 雲の三差路の実態と, 雲列付近の収束量などについて述べる。

2.1.1. 1981年11月19日の例

第2図は, 1981年11月19日の朝, 佐田岬北方の伊予灘に発生した雲の三差路である。この雲列は愛媛航空のパイロットである菊地氏が, 07時に長浜上空で“肱川あらし”を取材中, 偶然撮影したものである(写真1)。この写真と菊地氏の話により, 陸風の収束によるとみられる雲の三差路の存在が明らかとなった。

19日朝, 瀬戸内海西部は, 移動性高気圧におおわれて快晴の穏やかな天気であった。このため, 夜間は放射冷却の影響で海陸の温度傾度(気圧傾度)が大きくなり, 通常より陸風が卓越した(海水温 T_w 18.1°C , 松山空港の06時の気温 4.7°C)。陸風は海上で水蒸気を補給されながら, 図中の流線のように遠く沖合まで吹走して雲列付近に収束し, 雲の三差路を形成したようである。

06時45分, 松山空港を離陸した小型機の温度計によると, 地上での気温は 4°C , 高度 500m ではこれより 6°C 高くなって逆転しており, 高度 $700\sim 1,000\text{m}$ 間は 8°C の等温層であった。機上より雲列を観察すると, 雲列は小積雲で構成された幅 $300\sim 500\text{m}$ くらいのものが連な

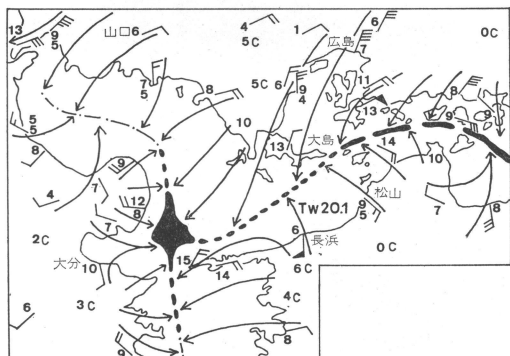


1981年11月19日07時

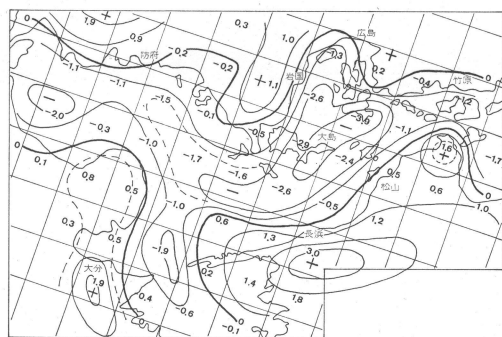


1982年10月27日08時15分

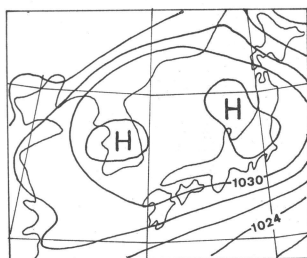
写真2 愛媛縣長浜町に発生した“眩川あらし”。



第6図 雲の三差路，1982年11月3日08時15分。
地上データは06時のもの。



第8図 雲列付近の収・発散 (数値 $\times 5 \times 10^{-5}/s$)，
1982年11月3日06時。



第7図 地上天気図，1982年11月3日03時。

いるので、セスナで確認できなかった遠くの積雲列（周防灘のシアライン上の一部）を、観測値から推定することができた。

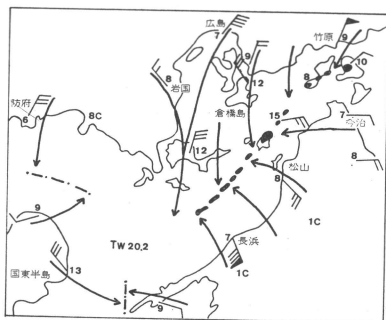
航空実況より湿数（ $T-T_d$ ）を見ると、各地点とも0～3°Cと湿っていることが分かった。海水温と06時の松山

空港の気温との差は12°C以上であった。

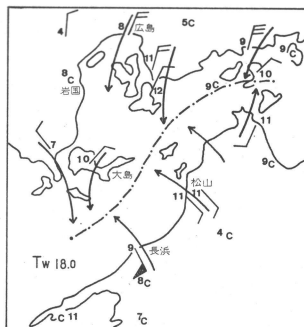
2.1.3. 1982年11月3日の例

第6図は、1982年11月3日に発生した雲の三差路である。この雲列を取材のため、中国新聞社機が当日の07時05分、快晴の広島空港を離陸した。記者の報告は次のようであった。

飛行ルートは、倉橋島の南まで下り、雲列を確認してから雲列に沿って伊予灘を佐田岬まで南西進するコースである。雲列は倉橋島より東方では、かなりまとまった形でひらち灘まで続いており、倉橋島の西から伊予灘方面にかけては、とぎれながらも小積雲が佐田岬の北方まで続いていて、そこで大きな交点となり 宇和海・周防灘へと連なっているのが確認された。この三差路の交点（08時10分）がこれまでのものより九州寄りに見られるが、06時頃にはもう少し北東にあったのではないかと推察される。その理由は、第7図のように移動性高気圧が北側にあり、快晴による日射のために一般場の影響を受



第9図 小型機から報告のあった雲列, 1981年10月27日10時. 地上のデータは06時のもの.



第10図 雲列の発生しない例, 1981年11月20日06時.

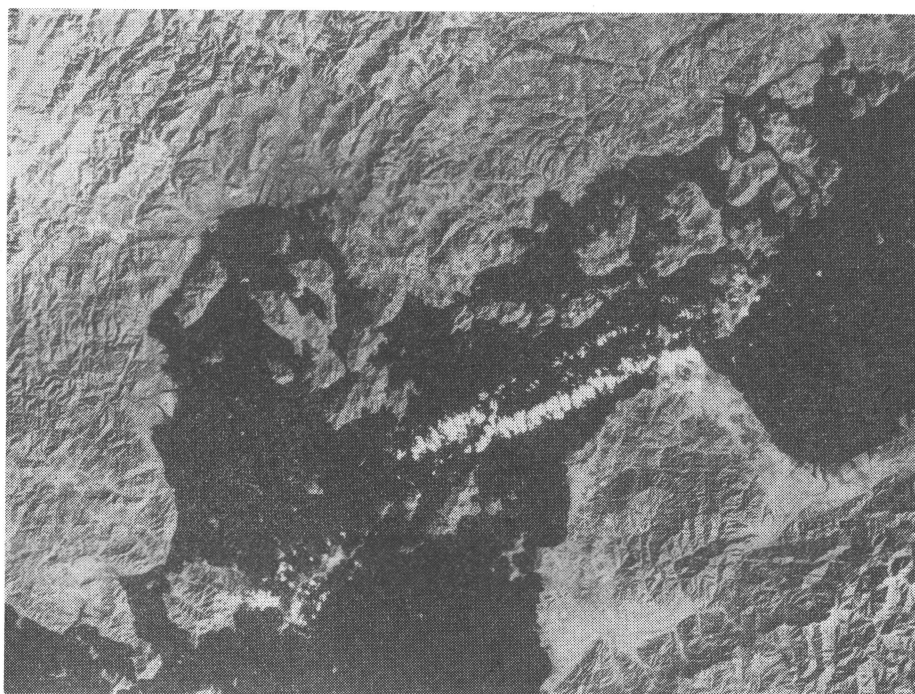


写真3 ランドサット写真, 1981年12月17日10時.

けて, 風系が北東となり, 次第に流されたと考えられる. 09時の地上実況では, 広島・山口・大分県とも, 東~北東系がそろってきていた. 雲列の雲頂は 1,200 m, 雲底は 600 m であり, セスナの温度計によると, 上空 1,200 m では地上に比べて気温が 4°C 高く, 逆転していた.

次に, 当日の 06 時における地上風から, 雲列付近の収束・発散を計算したものが第 8 図である. これも海上の雲列に沿うように収束域があり, 良く対応している.

なお, 雲列付近の上昇流について推定すると, 1972年

7月30~31日のひうち灘における海陸風の調査(宮田, 1975)では, 上昇流最大層は高度 600~800m くらいであり, 上昇速度は 6 cm/s 程度である(図略). このことから, 陸風収束雲の発生する期間中は, 海陸の温度傾度が年間を通じて最も大きくなるために, 陸風も強く, 収束量も $1.5\sim 2.0 \times 10^{-4}/\text{s}$ となることから, 夏季の値よりかなり大きくなると推察される.

2.2. 他に小型機で観測された雲列

第 9 図は, 1981年10月27日, 松山空港から広島県の竹

上気温（海岸付近）との差が 8°C 以上（蒸気霧は 9°C 以上）からとみられる。しかし、1～3月にかけては、この条件（第1図）が満足されるにもかかわらず、発生がほとんど無いことは、この期間、冬型の気圧配置になることが多いために、一般場の風が強くて、陸風循環が形成されにくいためである。

5. おわりに

瀬戸内海を取り巻く本州側と四国側、あるいは九州側との陸風循環の境界（無風地帯・収束雲）を把握することは、霧の発生や、大気汚染物質の拡散などに関連して重要な問題となっているが、まだその機構は解明されていないようである。

そこで、陸風循環の境界とみられる収束雲の雲列の位置を、航空機を使用して確認することにより、問題解決を試みた。その結果、前述したように瀬戸内海西部海域については、陸風による収束雲の実態を、かなり解明できたのではないと思われる。

しかし、航空機による調査には、多額の費用がかかる

ことや、技術的な面でも限度があり、より広域な（瀬戸内海全域）調査を進めるには、ランドサットによる宇宙からの写真が有効であることが分かった。

今後の調査の進め方としては、これまでのように、航空機の使用やランドサット写真の検索による方法を継続すると共に、パイボールやカイツーンによる観測を実施し、陸風循環の立体構造を解明したいと考えている。

謝 辞

この調査に協力して下さった、愛媛航空・日本飛行連盟・他の航空会社、中国新聞社、芥川善行カメラマン、松山地方気象台松山空港出張所職員各氏に感謝致します。

文 献

- 宮田賢二, 1982: 広島県海陸風, 広島女子大学地域研究叢書Ⅲ, 146-149.
中田隆一, 1982: 脛川あらしの調査, 研究時報, 28, 21-25.