角田盆地における夜間気温分布の時間変化

菊 地 立

1 ま え が き

宮城県南部にある角田盆地は、春の晩霜害の常襲地域である。Shitara (1965) は、1964 年 4～5 月初旬の霜害を調査し、角田盆地内の被害程度には大きな地域差があることを示し、その背景には早朝の気温に大きな地域差があることを示唆した。その後同盆地の特に盆地底の気温分布に関心がよせられ、いくつかの研究が開始された。まず佐々木・牧田 (1972) は、盆地内で霜害が軽微な丸森地区を中心として 3～4 月に数回の気温観測を実施した結果から、夜間に現われる気温変動の現象に注目し、これが霜害分布の地域差をもたらす 1 つの要因であろうと想定した。この気温変動については、石川 (1972) が地上 0.3m から 10m まで気温垂直分布の時間変化を自記観測し、その実態をさらに詳しく検討を行なった。これらの研究から、寒冷な高気圧におおわれた静穏な夜には、角田盆地は他の地域に比べ相当低温になり、いわゆる

冷氣湖の形成が認められるが、盆地内の気温はかなり地域差があるとともに、夜間の気温変化はしばしば微変動をとまなうことがあって、かなり複雑であることが明らかとなった。本報告は、やや巨視的な観点から角田盆地の周辺も含めた盆地内外の広範囲の気温分布の共同観測、および支谷における筆者の自記観測に基づき、晴天静穏な夜における角田盆地全体の気温分布と夜間の気温変化について、その地域的な特性の解明を目的とした。

2 気温分布の時間変化

角田盆地周辺の気温分布とその時間変化を求めるため、1969 年 5 月 7～8 日に 2 班からなる共同観測班を編成し、自動車による移動観測を実施した(第 1 図)。前夜の 5 月 6～7 日には、寒冷な移動性高気圧におおわれて各地に降霜があり、角田盆地でも大きな被害を受けた。当日も晴天が続き、角田農業気象観測所の観測資料によると、20～22 時を除けば風速が 3m/sec 以下で、

第 1 図 調査地域と移動観測経路および位置確認地点の分布

第2図 1969年5月7日および8日の天気図と5月7～8日の角田観測所における風速30分平均値の変化

第3図 経路Aの気温分布 (図中の数値は時刻, 矢印は観測車の移動方向)

ほぼ静穏であった(第2図)。A班は西部の角田丘陵上から盆地を東西に横断して、亘理丘陵を越え太平洋岸までを往復する経路A(第1図の1→3→4→5→10), B班は経路Aに一部重複し盆地南半を巡回する経路B(第1図3→17→5→4→3)をとった。観測車はエンジンからの発熱の影響の恐れのないリア・エンジンの自動車(フォルクスワーゲンおよびスバル 360)を使用し、サーミスタ式温度計を自動車の左前部に地上1.5mの高さに取付けた。車を40km/h前後に保ちながら走らせて500mごとに測定し、地点確認点として21地点を定めた。

1) 経路Aに沿う気温分布

角田市を0時20分に出発し、早朝の5時20分までの間に、途中までのものを含めて4往復

の観測をした(第3図)。深夜の観測では比較的气温差が少なく、地域的な気温差は、2.5℃の巾の中に入る。しかし、角田丘陵の谷(地点1→2付近)や阿武隈川の両側(地点3付近および地点4→5付近)、亘理丘陵の盆地側斜面の谷(地点6, 7の中間)などは他に比べて低温で、一方阿武隈川の橋の上(地点3, 4の中間)や地点8→9付近の海岸平野などは相対的な高温域である。この気温分布は、夜半から早朝に向けて時間とともに高低差が増大した。つまり、高温域では降温がないかあるいはわずかの降温に留まったのに対して、低温域では大きく降温し、両域間の気温差は時間とともに増大した。早朝の気温分布を見ると、海岸平野に比べ角田盆地内は全体として3℃前後低温になった。とくに降温の著しいのは亘理丘陵の盆地側斜面の谷で、時間がたつ

第4図 経路Aの気温分布時間断面 (図中の数値は気温 $^{\circ}\text{C}$)

第5図 経路Bの気温分布 (図中の数値は時刻, 矢印は観測班の移動方向)

につれ周囲との気温差が増大するとともに範囲が拡がり、同時に低温の中心が盆地底方向に移動することが、時間断面 (第4図) の上でも明らかに認められる。すなわち、谷の中部にあたる地点6,7の中間よりやや7に寄った地域では、3-4時に降温が大きく、その後の時間での変化はゆるやかであるのに対して、麓の地点6付近では4時以後の降温が著しい。亘理丘陵の太平洋側斜面の谷 (地点7から7と8の中間付近までの地域) では、夜半には相対的低温域が認められない。午前3時を過ぎると降温が顕著になり、その後の観測には低温域が認められるが、盆地側斜面の谷に比較すると規模が小さい。一方盆地西方の角田丘陵では、夜半には盆地底よりも低温であるが、早朝にはむしろ盆地底よりも幾分高温を示している。また、亘理丘陵の峠では、夜間を通じてほとんど気温の変化がな

く、早朝には東西両側の麓との間に強い逆転が形成される。峠は冷気湖よりも上にあって、上空の一般風を受けているためと考えられる。阿武隈川の橋の上も同様に気温変化が少ない。早朝にやや大きな気温低下が見られるが、それ以前は $12.0 \sim 13.5^{\circ}\text{C}$ の気温で、一貫して周囲との間に大きな気温差が保たれた。

2) 経路Bに沿う気温分布

経路Aの観測班と同時に出発し、早朝までに2回巡回観測を行なった。盆地の南半を反時計回りに巡回する経路であるが、途中地点18-19-20の間は、亘理丘陵の小斉峠 (180m) に登る谷沿いの道である。0時26分から2時45分までの第1回観測によると (第5図)、経路Aに比べすでに大きな気温の地域差がある。盆地底で阿武隈川から離れた地域は、経路Aと同様

12~14°Cであり、小斉峠も12.3°Cで明通峠と同程度であった。これに対して亘理丘陵の谷では著しく低温で地点18付近と盆地底との間には5°C前後もの気温差があり、丘陵の麓付近に大きな水平的気温傾度が見られる。一方、丸森付近(地点12-14)は顕著な高温域になっており、盆地底の他地域より3°C前後高温である。丸森町の都市気温および温暖な阿武隈川の河川水の影響と考えられ、下流の角田橋付近よりも高温域が広い。

3時30分からの第2回観測によると、前回の観測の気温分布パターンがさらに強調されている。丸森町の中(地点13,14の間)では2回の観測の間にほとんど降温がなく、阿武隈川の出口をはさんだ地点12から14の付近に顕著な高温域を作っている。この間に盆地底では全般に前回から4°Cほど降温したので、両者の気温差は6°Cにもなった。また、前回に低温域の中心であった谷の中流域は、その後の気温変化が少ない。それに対して、丘陵の麓にあたる谷口付近での降温が大きく、低温の中心は前回よりも下流域に移動している。その結果、低温域は前回に比べ盆地底方面へかなり拡大した。小斉峠の気温は変化が少なく、麓との大きな気温差が保たれた。

以上に明らかなように、地上の気温分布に見るかぎり、盆地内が単純な一つの冷氣湖という形ではない。それでも、太平洋沿岸低地や盆地の西の丘陵と比較すれば全体としてかなり低温で、一応冷氣湖の存在が知れる。とくに、気温は亘理丘陵の西側斜面の各谷の中で低く、深夜から早朝にかけて低温域が盆地底方向に拡大して、早朝にはそれぞれ麓の付近に盆地底より一段と低温な地域が生ずる。一方亘理丘陵よりも、規模の大きい角田丘陵の谷では、この日は低温域が形成されず、むしろ盆地底よりやや高温であった。したがって、角田盆地では西側が高温で東側が低温の、東西の気温の傾きが認められた。ただし、1964年の霜害では阿武隈川の左岸の方が右岸よりも強く害を受けており、それから推定される気温分布はこれと反対で、気温分布のパターンはその時の条件によって変化すると考えられる。また、丸森町付近の無霜害地区は今回の観測でも高温域となり、いわゆ

る暖島が認められた。ここは、阿武隈川が盆地に流れ出す所にあたり、また下流の角田橋付近(地点4)でも、川の上は周囲より高温であることから、阿武隈川の流路に沿って高温のゾーンが形成され、その一部と考えられる。この現象は、角田盆地全域にわたって放射冷却による降温が進む間、盆地内を流れる阿武隈川が相対的な熱源になることを示している。石川(1971)によれば、阿武隈川の水温は夜間の気温に比べはるかに高く*丸森橋(地点13)付近ではしばしば日変化の最高水温が夜半から早朝の間に現われる。したがって、この地域では気温と水温の差が他地域よりも大きく、そのため顕熱の変換によって気温の高温域が顕著になるものと推論される。しかし、河川の影響が垂直的、水平的にどの程度まで及んでいるかは、今回の調査では知ることができなかった。熱収支的な解析とともに今後に残された課題である。

3 雉子尾川流域の夜間気温変化

上述の移動観測の結果から、角田盆地南東部にある雉子尾川流域が、調査地域内では最も低温になる地域であることが知られた。この地域の降温の機構を知る目的で、若干の追加観測を行なった。当地域は、地形的には金山の南にある狭窄部によって角田盆地から隔てられ、小盆地の形をなしている。

1970年5月1~2日は、角田農業気象観測所の資料では晴天静穏で、1日の19時以後2日の10時すぎまで風速はほぼ1m/sec前後であった(第7図)。2日早朝の最低気温分布(第6図)は、先の移動観測時の気温分布と類似し、d-1地点付近が最も低く、上流域に行くにつれて高温になるとともに、狭窄部を越えた下流の角田盆地も幾分高温になる。これと同時に、パイメタル式自記温度計を5地点に設置し、気温変化の観測を行なった(第7図)。当夜はa地点のみ測器不調で観測値が得られなかった。後述の5月14~15日の観測結果に比べどの地点も微変動の少ない滑らかな気温変化を示し、地点間の気温差が少なく、夜を通じて3°C前後である。谷の中流域のk地点は夜半から早朝にかけての降温が少ないため、日の出前には4地点中で最も高温になる。中流域にあって冷気の蓄積が不

* 東北学院大学の石川勲氏が、阿武隈川の丸森橋にサーミスタ式水温計を設置して自記観測を行なった資料によると、5月8日0時の水温は12.5°C、4時には16.5°Cであった。

第6図 雫子尾川流域の最低気温分布
1970年5月2日

充分なためであろう。下流域のd・i地点は逆に夜半以後の降温が大きい。細かに見れば、強い降温と緩慢な降温が交互に起こり、しかも2地点のうち上流側の地点では強い降温が23~0時にあり、下流側のd地点では1時30分以後に生じ大きく遅れる。この点からも、低温域がまず谷の中流域に形成され、時間とともに下流域に拡大することが推論される。しかし、これが冷気の移動によるものかどうか明らかでない。一方、雫子尾川本流の谷にあるg地点は、比較的温暖で、谷底にもかかわらずi地点より常に2°C前後高温を示す。したがって、雫子尾川流域の中でも東西方向の支谷底が特に低温を示す特殊な地区である。

2週間後の5月14~15日の観測結果(第8図)は、これと著しく異なる。地点によってそれぞれ異なった複雑な気温変化を示し、さらに19時すぎと23時30分ごろに始まる2回の大きな昇温がある。これは角田農業気象観測所の風速変化の極大によく対応する。i地点では、昇温の後の急速な降温を経て、まもなく滑らかな気温変化に復しているが、下流の2地点では大きな昇温の後も多く小さな変動があり、このためその後の降温が遅れる。しかも下流域の地点ほど大きく遅れる傾向が認められる。一方、谷の上流域にあるk地点では、これらの昇温がごく微弱である。このような複雑な気温の変動は、さきに佐々木・牧田が指摘したように、この

第7図 1970年5月1~2日の夜間気温変化と角田農業気象観測所における風速30分平均値の変化

- ○ ○ ○ ○ a地点(金山)
- d地点(田辺)
- g地点(大内)
- i地点(伊手)
- ● ● ● ● k地点(茅ヶ沢)

地域では珍らしいことではなく、しばしば近接地点の間ではほぼ対応して起こることがある。気温の変動と風速変化との対応から、移流による変動ではなく、風が強まることによって接地逆転の成層が乱され、上空の温暖な空気と地表付近の寒冷な空気が混合するため地表付近の気温は一時昇温し、風が弱まることによって再び成層が回復して、比較的急速に降温するのではないかと推察される。谷の上流域では、傾斜地で逆転層の発達が悪いため、風が吹いても昇温が少ないのに対して、下流域ほど強い逆転が形成される上に、地形的に風が通りやすいことが、気温の変動が激しい原因と推察される。

4 あとがき

自動車による移動観測と自記の気温観測の結果から、角田盆地の夜間の気温分布とその時間変化を概観すると次のようになる。

1) 晴天静穏な夜は、角田盆地は太平洋岸や丘陵上部に比べてかなり低温になり、いわゆる冷気湖の形成が認められる。しかし、一様な冷気湖ではなく盆地内でも大きな気温差があり、この気温分布は霜害時の被害程度の分布によく対応することから、その分布パターンはある程度一般的なものと考えられる。

第8図 1970年5月14～15日の夜間気温変化と角田農業気象観測所における風速30分平均値の変化（地点記号は第7図に同じ）

2) 気温の地域性を生ぜしめるのは、阿武隈川に沿う高温域と、亙理丘陵の谷および麓付近の低温域である。冷気湖の発達にともなう、盆地全体の気温が低下してゆく中で、阿武隈川の上とその周辺では降温が少なく、時間とともに周囲との気温差が増し、顕著な高温域となる。この高温域は、阿武隈川の角田盆地への出口にあたる丸森付近では巾が広く、下流の角田付近では狭い。一方、盆地全体の降温よりも急速な降温が、亙理丘陵の谷の中流域で生じ、夜半までに顕著な低温域が形成される。この低温

域は時間とともに下流域の方へ拡大し、低温の中心も下方へ移動して、早朝には谷口から盆地底の一部に達し、角田盆地東部の丘陵沿いに低温のゾーンが形成される。低温のゾーンは南部ほど巾が広く、かつ気温が低い。

3) 晴天静穏の夜は気温変化は比較的滑らかで、急な降温と緩慢な降温とを交互にくり返しながら、気温が低下してゆく。谷の中流域では夜半以後の降温が緩慢で、下流域では低温域の拡大にともない夜半から早朝にかけて強い降温がある。晴天でも風のある夜は、夜間の昇温が見られ、谷の下流域では多くの変動が生じて早朝に向っての降温が妨げられるが、上流域では変動が少ない。

本稿は、1972年東北地理学会春季大会で発表した報告について、その後加筆訂正したものである。本調査にあたり、東北大学理学部地理学教室の諸氏に多大の協力を仰いでいる。深く感謝する次第である。
(1972. 7. 15 受理)

文 献

- 石川 勲 (1971): 阿武隈川中・下流域の水温日変化 東北学院大学論集 歴史学・地理学 2 103～118
石川 勲 (1972): 角田盆地の夜間気温 (2) — 接地点逆転とその微変動 東北地理 24 186 (演習)
佐々木悠二・牧田 肇 (1972): 角田盆地の霜害分布と夜間気温の特性 東北地理 24 233～241
Shitara, H. (1965): The Influence of Hills on the Distribution of Nocturnal Cooling Sci. Repts. Tohoku Univ. 7th Ser. 14 27～38

Distribution of Nocturnal Temperature in the Kakuda Basin Area

Ritsu KIKUCHI

In the Kakuda Basin, in the southern part of Miyagi prefecture, frost damages frequently occur in late spring. Air temperatures were measured on a cloudless, calm night in the Kakuda Basin by using a Thermister-Thermometer attached to a bar positioned on an observation vehicle.

Measurements recorded lower temperatures (3–4°C) in the basin than in the coastal area in the early morning. Temperatures were particularly low in the valleys on the western side of the Watari Hills to the east of the basin. This low temperature area gradually expands from midnight to early morning, at which time the low temperature zone appears along the base of the Watari Hills.

Along the Abukuma River, on the other hand, there is a warm zone where there is

little change in temperature through the night. This zone seems to be influenced by the comparatively warm water of the river.

Temperature is the lowest at the southwestern foot of the Watari Hills and temperatures in this area were preserved in detail. Temperature changes slowly on calm night, but on windy night, temperatures rise suddenly with increases in wind speed. More frequent and smaller temperature fluctuations occur in the lower area of the valley compared with the upper area.