

【短 報】

大利根橋横断気温分布と川の気候公害

蔵 重 一 彦*

ただ今6号国道大利根橋が新橋に架けかえ工事中なのを利用して、気温の横断観測をしたので、その結果を報告する。このような微気象の測定例は珍しいという話なので、貴重な紙面をけがすことにした。

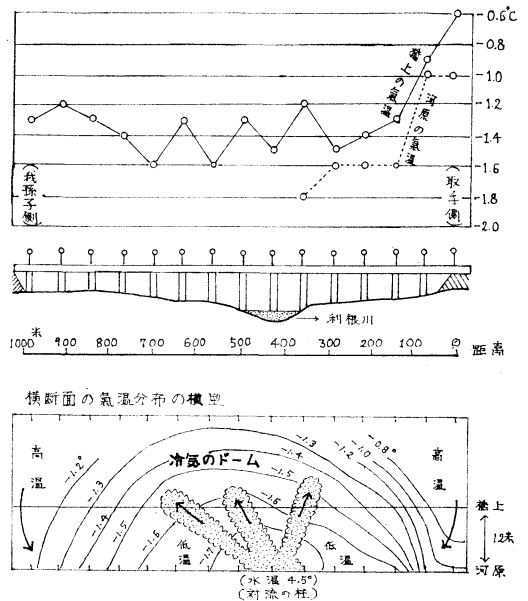
測定はアスマン通風温度計をつかって、本年3月3日の日出頃の最低気温時刻をねらい、35m間隔に並んでいる街路灯を利用し、70m毎に観測し、測定時間中の気温上昇を補正した値を第1図の上段に示した。測点15個を順次徒歩で測定したので、始点(取手側)から初めて終点(我孫子側)で終わった後、始点に戻って再度測定して、始点に於ける日出に伴う温度上昇分を確かめ、この上昇分の1/2を、全測点の始点からの距離に反比例させて配分した。従って全測点の測定時刻を終点の測定時刻に補正したことになる。ここでは全測点に対して、日出昇温は同一であると仮定した。

取手側の台地の気温が -0.6°C であるのに対して河水の水温は 4.5°C なので、河の中心に向かって気温は上昇しているであろうという予想に反して、兩岸から河の中心に向かって気温は下り続けていることがわかった。これから、河原の冷却が大きく作用していると推測されたので、河原の上の気温も直後に測定して、図に示した。

利根川実際に水のある川幅は約130mで、水深も1.3m位しかない。上流にいくつもダムが出来たことと、最近の雨不足で、水量は例年の半分しか無いとのことで、水も甚だ濁っていて、水面下10cmも見えない程である。

川のすぐ上方12mの橋上では、約400mの幅に亘って、 -1.2°C で、まわりより約 0.4°C 暖かであるのが分る。この暖気の区域は、河の中心から、我孫子側にずれているのは、当時の一般気流で風下に流れたものと思われる。また、ここを細かく見ると、暖気と冷気が交互に並んでいるのは、河面からの暖気が柱状の対流となっており上っていると考えられる。

以上の考えを、第1図の下段に模型的に示した。河原



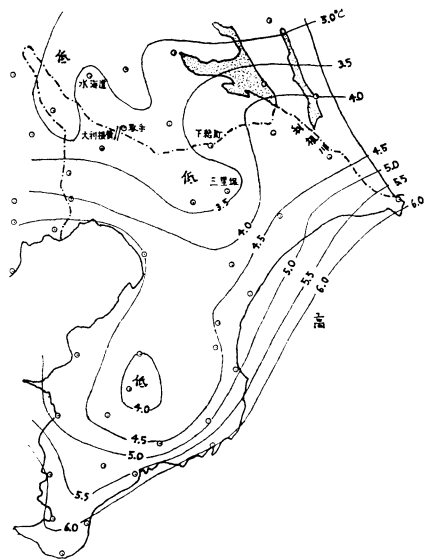
第1図 大利根橋横断気温分布(昭和49年3月3日7~8時測定)

全体に、厚さ20~30mの冷気のドームがあり、これは下層冷い。冷気の中心は河流の上にあるらしい。この可成り安定な冷気の中に、河面からの暖気の対流が柱状に上っている。また兩岸の台地からは冷えた空気が河へ流入して、対流を補充している。

先頃学校の地理クラブの実習で、昭和36~40年の千葉県気候図をつくったが、その1月の平均気温図を第2図に示した。これによると利根川の川口から、上流の水海道の辺りまで、 3°C の等温線が楔状に入り込んで、明らかに、利根川が兩岸の気温を高めていることが認められる。筆者が茨城県利根町に居住していた頃、冬の季節に、成田線の布佐の辺りは雨で地面は黒いのに、柏の台地にかかる淡雪で地面が白くなっているのを、国電の窓から、しばしば目撃したことが思い出される。数字的に示して見ると、下総台地の三里塚で、1月平均気温が

* K. Kurashige 専修大学松戸高等学校

—1974年4月1日受理—



第2図 千葉県1月平均気温(昭和36~40年)

(以下410ページの続き)

sheet)と呼ばれる、一カ所にすべてのうず度が集中した状態と見做すことができる。このような流速の異なる二つの流体間の界面に起因する流体力学的不安定は上述の平行流の特殊な、あるいは最も顕著な一例とみることができ、気象学の分野では、この場合が専らシア不安定 (shearing instability) として通用しているようである。摂動論によるとこの vortex sheet でのすべての微小振幅じょう乱は不安定となり、流速がそれぞれ U_1 , U_2 の半無限幅の流体を考えると、その増幅率 σ は

$$\sigma = \frac{\pi}{L} |U_1 - U_2|$$

となる。ここで L はじょう乱の波長である。この波動じょう乱は Helmholtz 波とも呼ばれ、両者の平均流速に等しい位相速度 $C = \frac{1}{2}(U_1 + U_2)$ で移動する。

大気中では不連続面や逆転層で風の大きなシアが見出されるが、同時に気温差、したがってまた密度差のある場合が普通でシアの他に重力の効果が組み合わされる。重力の安定化作用のため、上記シア不安定は

$$L < \frac{2\pi}{g} \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1^2 - \rho_2^2} (U_1 - U_2)^2$$

なる波長のじょう乱は不安定となる。 g は重力の加速度、 ρ_1 , ρ_2 はそれぞれ下層、上層の密度で $\rho_1 > \rho_2$ である。この不安定は Helmholtz (1868) や Kelvin (1871) により最初に手がけられたもので、Helmholtz 不安定あ

る。3.1°Cなのに、すぐ傍の利根川岸の下総町では3.6°Cで0.5°Cの差があり、利根川の昇温効果が、はっきりしている。

ところが最近のように、上流にダムが増えて来ると、下流の流量が減り、乾いた河原の面積が増えて、熱容量の大きい河水による気温変動の緩和作用がすくないということになると、兩岸の気候は今までと反対に、冬寒く、夏暑い砂漠状態へと悪化することが心配される。現在河水の汚れが公害として問題視されているが、川の気候公害への関心を喚起したい。

付記：なお、この観測は一組のアスマン通風温度計を用いた移動観測であるから、特に気温の不規則変動は考慮されていない。したがって、第1図下段には3本の柱状暖気を書いてあるが、実際には1本の暖気流が風によって揺れ動いていたのかも知れない。上の推論をたしかめるために、今後も詳細な観測を行ってみたい。

るいは Kelvin-Helmholtz 不安定と呼ばれている。billow cloud の発生は Kelvin-Helmholtz 不安定の一種と考えられている。

1930年代、Bjerknes, Solberg 等北欧学派の人達は温帯性低気圧を極前線上のシア不安定波動の一種と考えた。すなわち、地球自転の影響を考慮してフロントのシアに伴う不安定にその発達の原因を求めたのである。そして Solberg (1930) は二つの異なる波長帯で不安定波の出現することを示した。一つは波長数 km 以下のもの、他の一つは 1,000km 程度のものである。前者の短波は Kelvin-Helmholtz 不安定に対応し、後者は温帯性低気圧に対応するとした前線波動説は有名である (詳しくは V. Bjerknes et al., 1934, "Physikalische Hydrodynamik" や C.L. Godske et al., 1957, "Dynamic meteorology and weather forecasting" 等の教科書が参考になる)。

平面平行流の安定性の問題はさらに Kuo (1949) 等によって地球上の帯状流に拡張された。これは、上述の平行流のうず度分布を絶対うず度分布で置きかえて考えればよく、今日順圧不安定と呼ばれているものがこれに対応する。また、上記完全流体の不安定理論によれば、放物線状のプロファイルをもつ平行流、すなわち平面 Poiseuille 流は安定であるが、粘性流体では不安定化する場合があり、粘性の果す特異な役割を示す例としてしばしば引き合いに出される。

(東京大学海洋研究所 浅井富雄)