

## 川崎市生田緑地の接地逆転について

大森 茂雄\* · 清水 徹\*\*

On the surface inversion  
in the small valley of Ikuta Green Park  
Shigeo OOMORI, Tooru SHIMIZU

### (1) はじめに

地表に近い空気の層は、日中、上層へ行くほど気温が低い。これとは反対に、夜間、上方ほど気温が高くなる場合がある。このときの空気の層のことを逆転層と呼んでいる。

逆転層は、次のようにして形成される。天気がよく風が穏やかな日は、太陽が沈むころになると、放射冷却のために地面が急速に冷え始める。地面にごく接した空気の層では日の入り1時間ほど前から逆転し始め、逆転層がしだいに形成されていく。山麓では、冷却した空気の塊が斜面に沿って流れ出し（冷気流という）、これが低地にたまって、明瞭な逆転層（冷気湖と呼ぶ）ができることがある。

神奈川県北東部にある生田緑地（図1）は、小

規模ではあるが、盆地構造をしている。この場所における小気象学的調査は、川崎市小学校理科研究会（1982）によって行われた。この調査で、丘陵頂部と盆地の気温変化との違いや、日中と夜間に

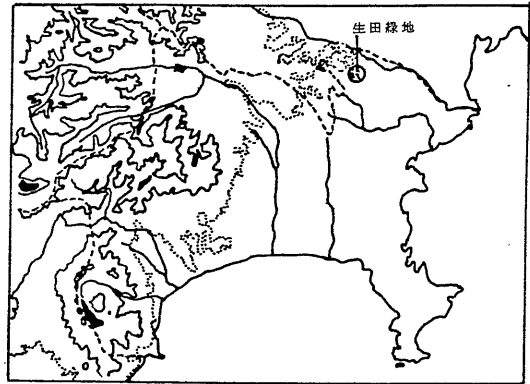


図1 生田緑地の位置

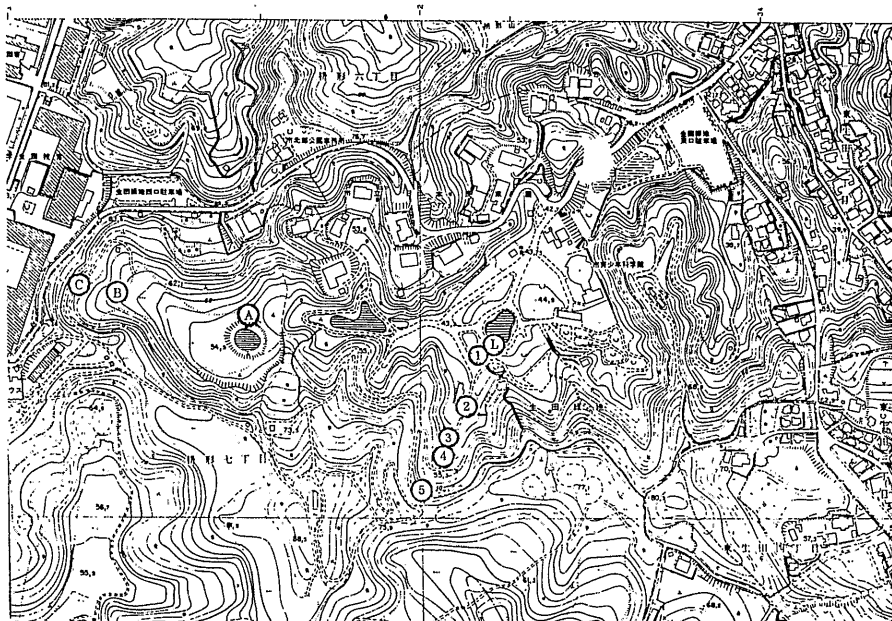


図2 生田緑地の地形と観測点の位置

おける気温分布の様子を明かにしている。

筆者らは、この盆地に形成される逆転層の立体的構造とその消長を、気球を使用して観測を行った。ここに調査の結果を報告する。

## (2) 調査地域の概要

川崎市生田緑地は、神奈川県北東部に位置し(図1)、多摩丘陵の北東のはずれにある。広さは東西約800m、南北約700m、面積約43.3ヘクタールある(図2)。ここは小規模ではあるが、盆地構造をしている。盆底は海拔約43m、このまわりを比高約40mの丘陵が取り囲んでいる。盆地の北東部には丘陵の切れ目があって、盆底はこの方向にゆるやかに傾斜している。盆底の広さは約3ヘクタールあり、日当りはよい。この中には3つの池といくつかの花壇があって、これらのまわりをアスファルト舗装された道路がつけられている。丘陵には、クヌギ、コナラ、シラカシなどの落葉樹や常緑樹に覆われ、日当りは悪く、ところによっては日中でも薄暗い。

丘陵の南向きの斜面には民家園があり、日本各地にあった古い民家が20軒ほど点在している。盆底の南東の端には、大きなプラネタリウム・ドームや天文台を持つ青少年科学館がある。

## (4) 結果と考察

### ① 調査方法







逆転層の立体的構造やその消長を調べるために、盆地内の気温の垂直分布、谷に沿った気温分布と風向・風速の観測を、1982年12月14日13時より25日9時まで実施した。気温の垂直分布を調べる観測では、噴水のある池の南側に観測点(観測I)を置き、ヘリウム・ガスを入れた気球を使用した。気球から1mほど下にサーミスター温度計のセンサーを取りつけ、気球が鉛直に上がれば、地面から1.3、5、10、30、40、50、60mの各高さの気温を測定できるように、コードに印をつけた。気球を静かに下げながらそれぞれの高さの気温を測定し、気球が風によって流される場合は、その方向と角度を測って、地面からの高さを計算によって求めた。

谷に沿った気温分布と風向・風速は、噴水池の

南南西にある谷(以下P谷と記す)とゴルフ場内にある谷(以下G谷と記す)で観測した。P谷は樹木に覆われ、日当りは悪い。G谷の場合はゴルフ場のため、木はほとんどなく、日当りはよい。

P谷は北北東に開き、噴水池の方向に向いている。この谷に沿って測点を5カ所置いた(図2)。測点1は盆底にある。ここは植え込みになっており、周囲より0.5mほど高く盛り土されている。測点2より5までは林の中にある。測点2と5は林のはずれにあって日光は時々入り込むが、測点3、4はほとんど入らないため、暗く、いつもじめじめしている。測点5は丘陵の尾根に近い。この尾根の南側は広い平地で、ゴルフ場になっている。それぞれの測点の盆底からの高さは、測点2より順に、1、5、10、25mである。これらの測点で、地面から1.3mの気温と風向・風速を観測した。気温の測定には自記温度計を使用し、これを屋根のある簡単な観測箱に入れて各測点に設置した。また、アスマン通風乾湿計を使用して2時間おきに各測点で気温を測り、この値を用いて温度補正をした。風向・風速の観測は、風が非常に弱いので一般的な測器では測定できない。蚊取り線香の煙のたなびき方と風速との関係を風洞実験で調べ、0から5までの風力階級をつけてこれを利用した(表1)。

表1 蚊取り線香の煙のようすと風力階級

風力の階級	蚊取り線香	風速	煙のようす
0		0.1 m/s	煙が静かにのぼる
1		0.3	煙がゆるぎながらのぼる
2		0.8	煙がほぼ水平にたなびく
3		1.0	煙は吹きちぎられ、ときどき見えなくなる
4		1.2	煙は吹きちぎられるが、ときどき見える
5		1.6	煙はちぎられ、まったく見えない

神奈川県立教育センターの風洞実験による1982.7.27

G谷は、P谷と比べて幅が広く、芝生が一面に植えられている。この谷の観測は、P谷の気温変化との相違を調べるために実施された。測点は、谷に沿って3点置き、盆底からの高さは、測点A、

B、Cの順に10、20、30 mである。測器は自記温度計だけを使用し、観測箱や測定する高さはP谷と同様にした。この谷の観測は、ゴルフ場の営業時間の終了後、18時から翌日の午前6時30分まで行われた。

## ② 天気

1982年12月24日21時の天気図(図3)を見ると、大陸に高気圧があって、この勢力が日本付近まで張り出している。また、九州南部に中心を持つ移動性高気圧が東へ進んでいる。このために東京、神奈川は高気圧の圏内にあり、観測中は快晴で、風も弱かった。

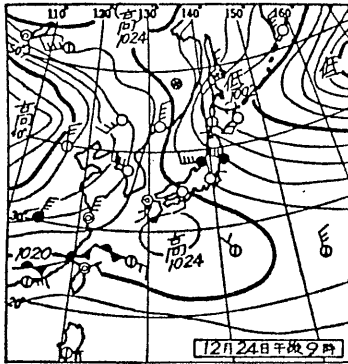


図3 天気図

に北風が吹き始め、翌朝の3時頃まで吹き続いた。風は午前1時から2時にかけて風力が極大に達し、気球が42度も南へ流されることもあった。この風は盆底にまでは達していないが、盆地内の空気をかく乱する。気温は全体的に上昇し、各高さの気温差は小さくなっている。5時には、盆底から50 mの高さまでほとんど同じ気温になり、逆転層は一時消滅する。

5時を過ぎると10 m以下の空気の層の気温が低下し、再び逆転層ができ始める。しかし、この逆転層は高く発達せず、10 mの高さに留まっている。日の出後しばらくしてから気温が全体的に上昇し、これに伴って逆転層は消滅している。

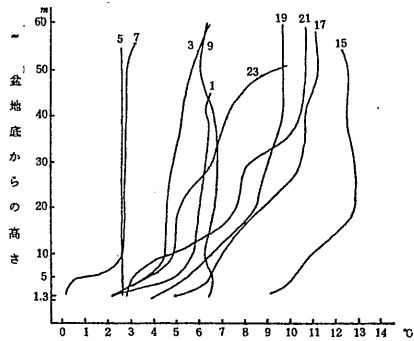


図4 気温の垂直分布

## ① 気温の垂直分布の変化

図4は、測点Lにおける気温の垂直分布を2時間おきに示したものである。横軸には気温、縦軸には盆底からの高さをとってある。図から明らかなように、15時には既に20 mの高さまで逆転層ができている。盆地内の気温が低下していくに従って逆転層はしだいに高くなり、19時には40 mに達する。この時刻における逆転層は、盆底から20 mのところまで逆転度が異なっている。21時になると2カ所で逆転度が異なり、23時にはこれが3カ所になる。このように、逆転層は高くなるに従って逆転度の異なるいくつかの層に分かれてくる。

逆転層は、23時には50 mの高さに達し、丘陵の尾根より高くなっている。この頃より盆地上空

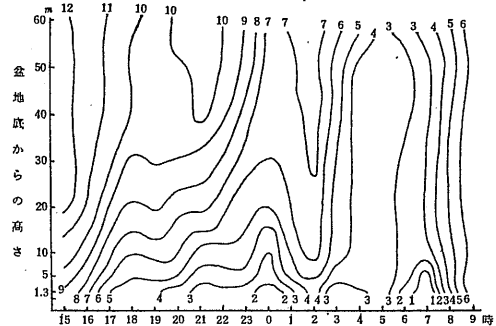


図5 気温の垂直分布のアイソプレス

気温の垂直分布の時間的推移を調べるために、アイソプレスを作成した(図5)。15時には逆転層が形成されているが、等温線から推測すると、逆転層ができ始めるのは13時から14時の間になる。これは一般の場合よりだいぶ早い。

この図は、また、逆転層が段階的にできていることを示している。地面にごく近い空気の温度がまず低下し、上方へ広がるようにして逆転層が高くなっている。18時までは低下する一方だった気温が、一時的に変化の小さい安定した状態になる。20時になると気温は再び低下し始め、21時にはまた安定し、23時になると急速に低下する。これに伴ない、逆転層も高くなっている。

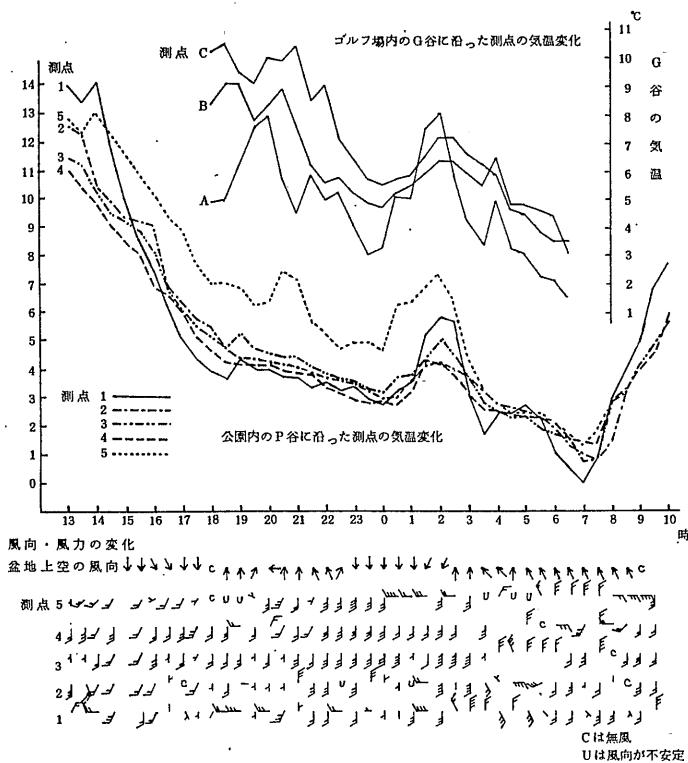
20時から21時にかけて、盆地の上空に南風が吹き、盆地内に入った暖気が上層の気温を上昇させるが、下層の空気にはほとんど影響を与えていない。しかし0時から吹き始める北風は、上空の暖気を盆地内深く送り込み、空気をかく乱する。こ

のため盆地内の空気は全体的に上昇し、逆転層の高さが下がったり、一時的に消滅したりして不安定になる。

この盆地にできる逆転層は、60m以上に達し、丘陵の屋根より高くなるが、盆底から10mまでの逆転度が大きく、明瞭な逆転層となっている。また、空気がかく乱された後も、10mまでは逆転層がすぐできる。ソ連の気象学者であるVORONTSOVは、コクターフスカヤ州のゆるい斜面の観測結果から、1958年に明瞭な逆転層の高さは山地の比高の0.20~0.25倍になると述べている。この盆地の場合は、丘陵の比高が約40mであるから、この値が0.25となり、VORONTSOVの結論と一致する。

② P谷、G谷に沿った気温変化、風向・風速 最高気温は、どの測点でも13時に現れている。盆地にある測点1の最高気温が一番高く、次は尾

図6 P谷とG谷に沿った各測点の気温変化、P谷に吹く風向・風速の変化



根に近い測点5で、測点4が一番低い。最高気温が現れたのち、気温は下がり始めるが、測点4が一番早く、測点1と5は1時間ほど遅れる。これらの結果は、日射量や日照時間の違いによると思われる。測点4は日当りのよい盆底にあり、日照時間も長い。測点4は林中にあって、また深い谷底にあるため日射が弱く、日照時間も短い。測点5の場合は林のはずれにあるが、環境としては測点2、3と大きな違いはない。この測点では、屋根からつづくゴルフ場の影響を受けていると考えられる。

気温低下は18時までは大きく、その後は0時から一時的な気温の上昇を除くと、日の出までゆるやかである。測点2、3、4、5は冷え

始める時間は違っても、気温は同じような割合で低下している。特に測点2、3、4は気温差が小さく、同じような変化をする。これは、これらの測点が林中にあって、同じような環境にあるためと考えられる。測点1は裸地のため、18時までの気温低下はどの測点よりも大きく、14時から18時までの間で10.5℃も低下している。

測点5では一時的な気温の上昇が2回見られる。この測点は尾根に近いので、一般風の影響を受けやすい。この気温の上昇は、一般風が流入したためである。

前に述べたように、0時から吹き始めた北寄りの風は上空の暖気を盆地内に送り込んで空気をかく乱し、各測点の気温を上昇させる。特に測点1の気温の上昇が著しく、3℃も上がって上位にある測点よりも気温が高くなる。

風が止んだ3時以降は、測点1を除いて各測点の気温は差が小さくなり、また気温の変化も小さくなって日の出までゆるやかに低下している。測点1は裸地にあるため、気温が不安定である。7時には最低気温が0℃を示し、日の出後は急速に気温が上昇する。

盆地の気温は、一般には斜面を下る冷気流が盆地にたまることによっても低下するが、生田緑地の場合には盆地としての規模が小さいためか、この傾向ははっきりしない。尾根から冷気を流出していれば、尾根に近い測点では夜間の気温が下がらず、ほぼ一定になる(森洋介・近藤純正 1983)。測点5では一晩中気温が低下し続け、冷気が流出している様子が見られない。したがって、この盆地の場合には放射冷却が主になって気温が低下していると考えられる。しかし、冷気流の存在は認められる。図6の下部に上空の風向と各測点の風向・風力を示してある。どの測点でも、斜面に沿った南寄りの風が吹いている場合が多い。一般風が北寄りの風になっても、これに関係なく、南寄りの風になっている。したがってこの南寄りの風が冷気流であると考えられる。

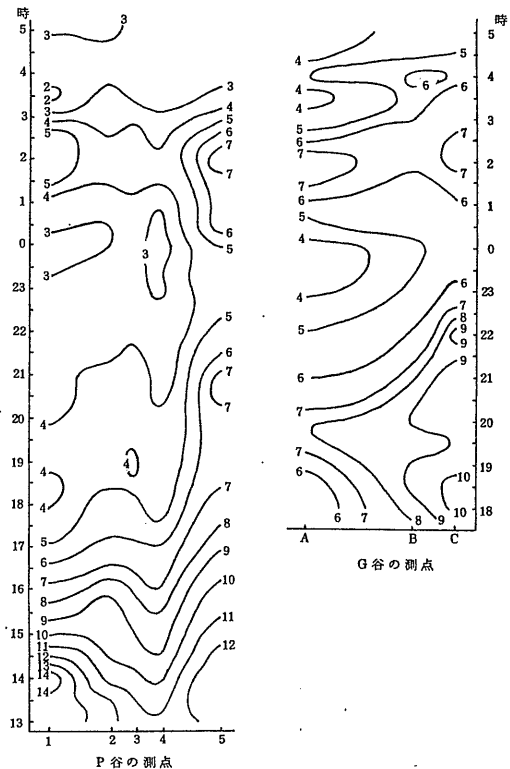
ゴルフ場内にあるG谷の気温変化は、全体的にはP谷と同じようである。0時からの気温の上昇は下位にある測点Aが一番大きく、5℃も上がっている。異なっているところは、上位の測点ほど

気温が高いことと気温変化が不安定であることである。これらの違いは、谷を覆う林が気温の変化に大きな影響を与えていることを示している。

谷に沿った気温の時間的推移を調べるために、アイソプレスを作成した(図7)。観測を始めた13時頃は、測点1と5の気温が高く、測点4が低い。測点4と5では、気温が逆転している。最高気温を示したのち気温大きく低下していき、谷に沿った逆転層がしだいに形成されていく。測点4の低温の状態は続くため、逆転層は測点1から3までのものと測点4から5までのものに2分されている。上方の逆転層のほうが逆転度が大きい。0時になって吹き始めた北風がP谷にも入り込むと、空気はかく乱され、測点4の低温の状態は消滅する。

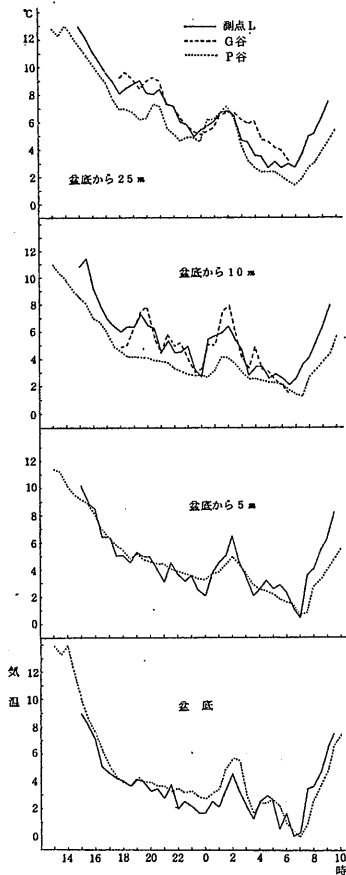
G谷では、下方から上方に行くにしたがって気温が高く、一般的な逆転層になっている。

図7 P谷とG谷に沿った気温のアイソプレス



盆底から等しい高さにある測点の気温変化を比べると、図8のようになる。盆底の場合、夜間は測点Lのほうが気温が低い。これは、夜間、接地面付近の逆転層が大きいいため、測点1とLとのわずかな高さの差が表れたものと考えられる。盆底から5mの高さでは、全体的に見て、測点1と同じような気温変化をしている。10mと25mの高さでは、G谷の測点と同じような気温変化を示すがP谷にある測点の気温はこれらより低い。したがって、わずかに認められる冷気は、丘陵の中部に当る測点4・5付近から流出していると考えられる。

図8 盆底から等しい高さにある測点の気温変化の比較



### (5) まとめ

生田緑地に形成される逆転層を調べるために、

1982年12月24日より25日にかけて、気球を使用した気象観測を実施した。その結果、次のような知見が得られた。

1. 逆転層ができ始める時刻は早く、15時には、20mの高さまで形成されている。
2. 逆転層の高さは60m以上にも達し丘陵の屋根より高くなるが明瞭な逆転層の高さは10mである。
3. 生田緑地の盆地の気温低下は、放射冷却が主になっている。
4. 弱い冷気流が認められ、これは丘陵の中部付近から流出していると考えられる。

### (6) おわりに

この研究を実施するにあたり、横浜市立大学助教授谷治正考先生に貴重なご助言をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。また、一昼夜に渡る観測を手伝って下さった、秦野西中学校児玉正彦先生、川崎市立西生田小学校村岡尚夫先生にも心からお礼申し上げる。さらに、観測の場所を与えて下さった川崎市青少年科学館、生田緑地公園事務所、日本民家園、川崎国際カントリークラブ、測器を貸して下さった学校など、各方面からご協力をいただいた。深くお礼申し上げます。

### 文献

- (1) 川崎市小学校理科研究会(1982) 川崎の気象 Ⅱ 16
- (2) 近藤純正(1982) 複雑地形における夜間冷却 天気 59~73
- (3) 森洋介・近藤純正(1984).冷気の堆積・流出を考慮した山地の夜間放射冷却 天気 45~52
- (4) 中村圭三(1978) 菅平の大松山の斜面上における冷気流の発現域と流出域. 地学評論 51~61
- (5) 中村圭三(1980) 大松山の斜面上における放射冷却と接地逆転 地理学評論 53~63
- (6) 大和田道雄・木村典子(1981) 上川盆地における夏期の風と気温の小気候学的研究 愛知教育大学研究報告 30(自然科学)
- (7) 吉野正敏(1961) 小気候 地人書館