

局地不連続線に伴い東京に発生した蜃気楼*

中 田 隆 一**

要 旨

1993年12月1日, 寒冷前線通過前の暖域内において, 関東平野の内陸部に背の低い接地冷氣層が形成され, この接地冷氣層と一般場の南西風との境界に局地不連続線が発生した. 局地不連続線付近では, 気温の傾度が大きくなったことから密度の相違により光が屈折されて, ビルや煙突が浮上拡大されるといった蜃気楼が発生した.

蜃気楼は13時半ごろ, 高さ 240 m の都庁展望室から北西方向約 10 km の練馬区付近に現れ, 1時間30分くらい見られた. 蜃気楼が見られた時間帯は, 局地不連続線の移動速度が他の時間帯に比べて遅かった. また, 建物など障害物の多い東京でも高層建築物から蜃気楼が見られるということなどが分かった.

1. はじめに

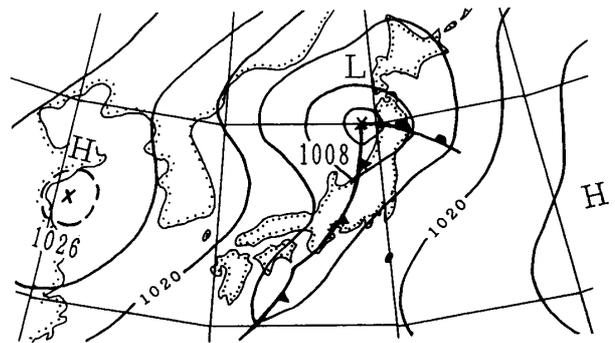
湾や湖などに融雪水が流入し, その上に暖気の移流があると, 水面付近の空気層が上暖下冷の急勾配の温度分布となり, 光が著しく屈折して蜃気楼が発生することがある. 陸上においても, 地面付近で空気層が同様な条件になれば, 蜃気楼が発生する.

冬期, 関東平野には地形的に接地冷氣層が形成されやすい. このような条件下で一般場の風が南よりになると, この接地冷氣層との境界で温度傾度の大きい局地不連続線が発生する. このため背の低い接地冷氣層の上に暖気がかぶさり, 空気によるレンズが形成され, 蜃気楼が発生しやすい気象条件となる. しかし, 1993年12月1日の例のように東京都内で蜃気楼が発生し確認されたことは, 極めてまれなことであると思われるので, このことについてアメダスや東京都大気監視局のデータ等により解析し報告する.

2. 解析

2.1 総観場

1993年12月1日09時の天気図によると日本付近は深い気圧の谷に入っており, 秋田沖には低気圧があって中心から伸びる寒冷前線が佐渡が島を通り, 潮岬付近に達していた.



第1図 地上天気図 1993年12月1日09時.

一方, 関東付近は寒冷前線の通過前で, 平野部には接地冷氣層が形成されており, 東海上の優勢な高気圧からの縁辺流である相対的に暖かい南西風が流入しやすい状態であった (第1図).

2.2 蜃気楼

写真1は, 1993年12月1日13時半頃から15時頃にかけて, 東京都庁の展望室 (240 m) から見て北西方向の練馬区付近に発生した蜃気楼である. 写真から, ビルや煙突が大気汚染物質で黒ずんでいる接地冷氣層の上に, 約半分くらい顔を出して浮上し, 拡大されているのが見える. この写真はNHKがビデオ収録し, 放映したものをプリントしたものである.

後日, 蜃気楼の影像 (ビルや煙突) を特定するため練馬区付近の現地調査を行った結果, これらの実像は, 練馬区光が丘団地の高層住宅 (30階建て) や都の清掃工場の煙突 (150 m) 等であることが分かった (写真

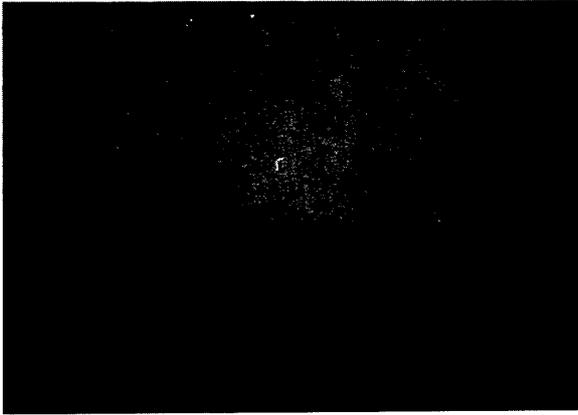
* A mirage in Tokyo caused by local front.

** Takakazu Nakata, 気象庁予報部予報課.

——1994年11月14日受領——

——1995年3月27日受理——

A



B

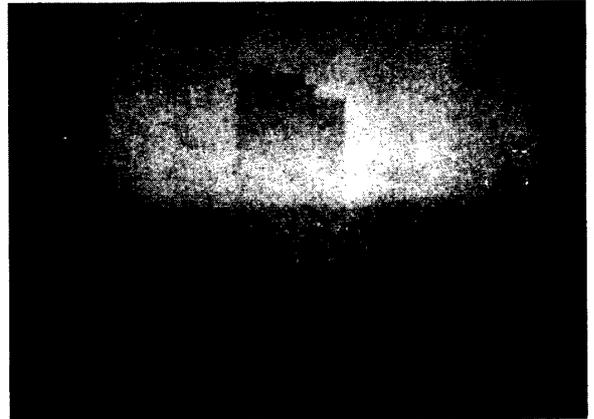


写真1 東京都練馬区付近に発生した蟹気楼. 1993年12月1日14~15時頃. (NHKビデオによる)
A: 光が丘の高層住宅や都清掃局の煙突. B: 光が丘の高層ホテル

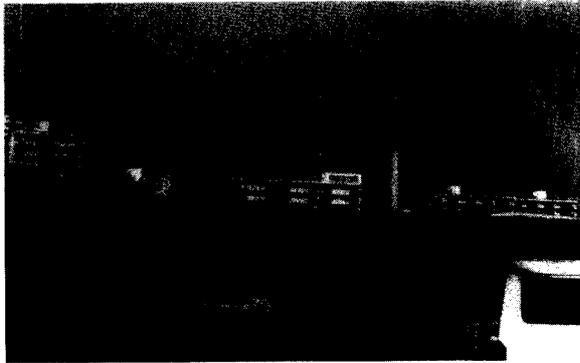
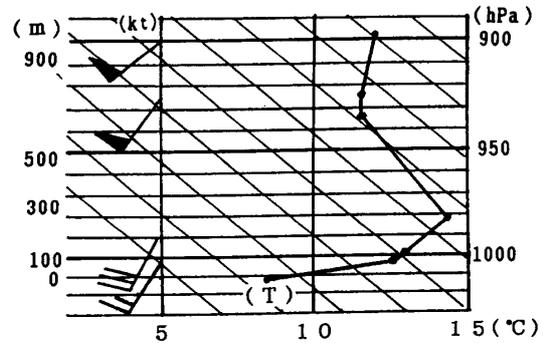
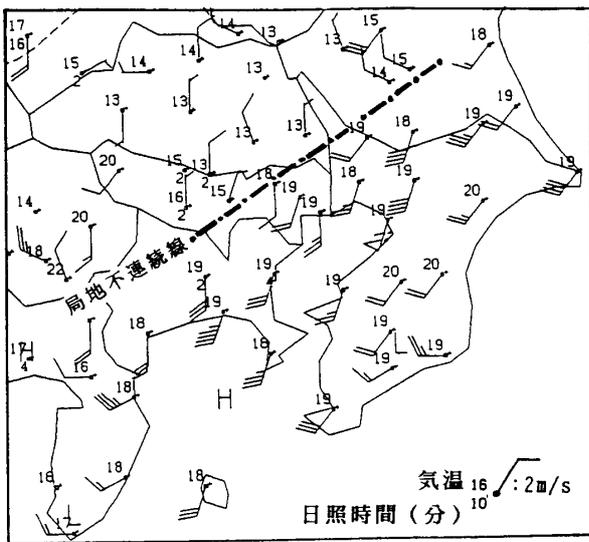


写真2 蟹気楼の元の物体である練馬区光が丘の高層住宅 (30階建て) や都清掃工場の煙突 (高さ 150 m). (1994年1月6日)



第2図 高層気象台 (館野) における断面図. (1993年12月1日09時)
 _ 10kt ≒ 5 m/s ▲ 50kt
 T: 気温



第3図 アメダスによる局地不連続線の位置. (1993年12月1日14時)
 気温は 100 m につき0.5°Cの高度補正をしている.

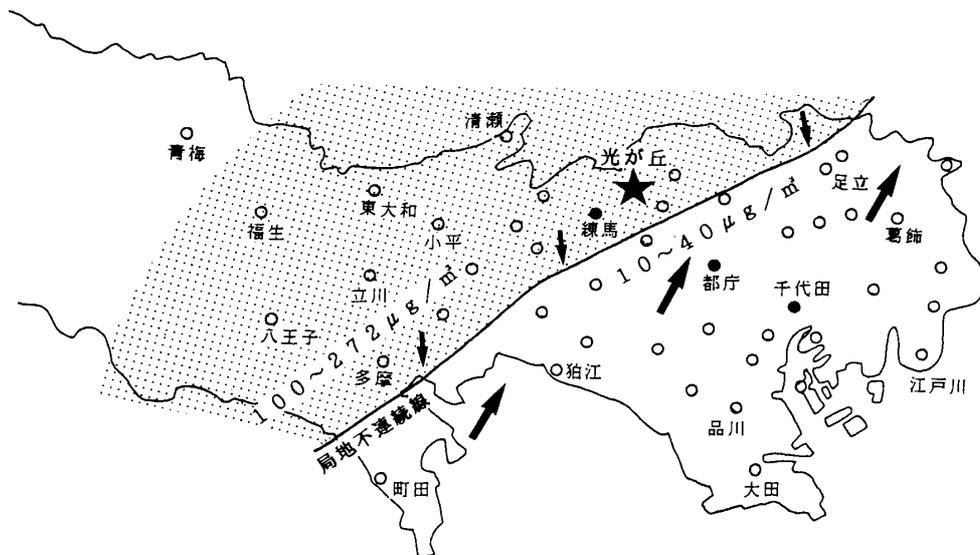
2). 新宿区の都庁から見て北西方向の練馬区光が丘団地までの距離は約 10 km であり, 視程は接地冷気層内を除いて 40 km と良好であった (東京管区気象台観測).

2.3 アメダスおよび断面図等による解析

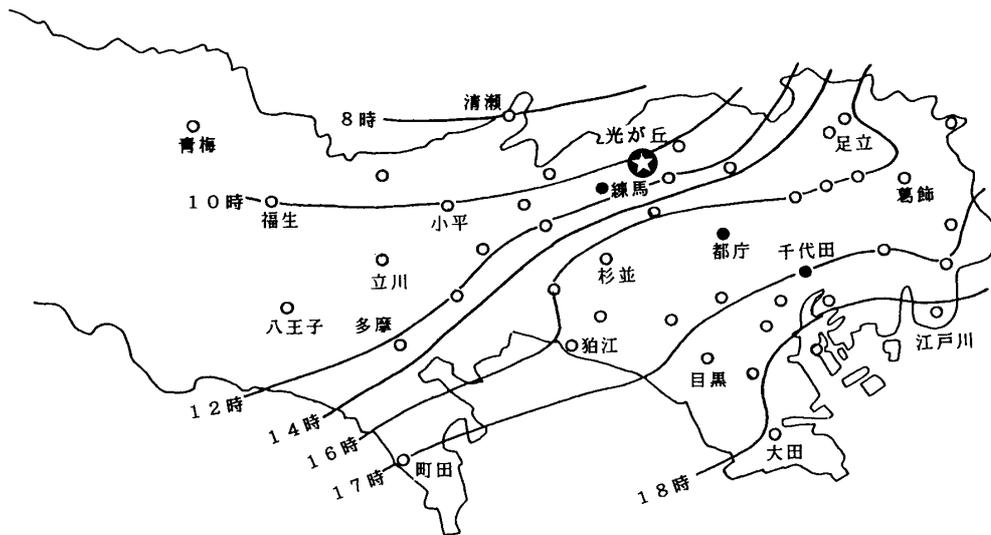
アメダスによると, 12月1日06時, 関東付近は沿岸部で暖かい南西風がやや強く, 内陸部の接地冷気層の弱風域との間 (神奈川県から東京23区の南岸を通り, 茨城県に伸びる) に気温差が5~6°Cもある明瞭な局地不連続線が形成されていた.

一方, 筑波山 (876 m) は 8 m/s の南西風であり, 気温は平野部より 4°C高く, 相対的に暖かい南西風が平野部の接地冷気層の上を吹き抜けていた (図略).

第2図は, 12月1日09時の館野における断面図である. 夜間曇っていたにもかかわらず接地逆転が強く, 地上付近の 1010 hPa と 980 hPa の間 (高度約 300 m) で気温は 5°C くらいの差が見られる. また, 900 hPa 付



第4図 東京都大気監視局 (○印) 資料による局地不連続線の位置.
 数値は SPM (浮遊粒子状物質) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で点彩域は $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の高濃度域, 矢印は風向, ★は光が丘. (1993年12月1日15時)



第5図 東京都内を移動する局地不連続線の等時線.
 (1993年12月1日)

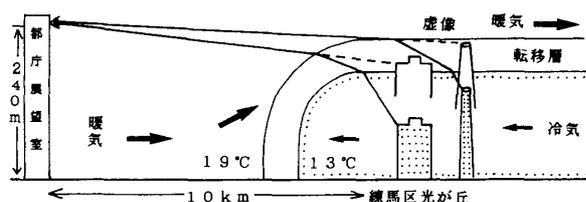
近では南西風が 50 kt (約 25 m/s) と強く, 地上から同高度までの鉛直シア (鉛直方向の風速差) が大きいことを示している.

アメダスによると, 06時に東京23区の南部にあった局地不連続線は, 沿岸部の南西の強風や風向の南南西への変化などにより, 07時過ぎから北上し始め08時には東京都北部の埼玉県境付近に達した.

第3図は蟹気楼が見られた時間帯に対応する14時のアメダスである. 図から局地不連続線は東京都の中央

部を横切り, 千葉県北部から茨城県に達しており, 局地不連続線を境に気温差が大きく, 風のシア (風向の違いや風速の差) も明瞭である.

第4図は, 東京都大気監視局15時の観測資料である. 大気監視局は観測網が密であり, 局地不連続線の位置が詳細に解析できる. 図から15時の局地不連続線の位置は, 練馬区光が丘と新宿区の都庁の間に位置している. 点彩域は大気汚染物質である SPM (浮遊粒子状物質) が $100 \sim 270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の高濃度域を, 空白域は $10 \sim 40$



第6図 蟹気楼発生の様式図。
 数値は1993年12月1日15時の気温、矢印は暖気と冷気の流れを表す。光が丘は都庁から見て北西方向に当たる。

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ の低濃度域を示している。また、各地点ごとの風や気温等の詳細な資料は省略してある。

2.4 局地不連続線の移動

第5図は、接地冷氣層の先端(局地不連続線)が移動し、北よりの風に変化した等時線である。早朝、清瀬市付近まで北上した接地冷氣層の先端は、08時から18時頃まで約10時間かけて、ゆっくりと都内を東南東へ移動しているが、蟹気楼が発生した13時半頃から15時頃にかけての移動速度は特に遅い。

3. 考察

3.1 蟹気楼

13時半頃から15時頃にかけて都庁展望室(高さ240m)から北西方向10kmの練馬区付近に見られた蟹気楼は、ちょうどこの時刻、局地不連続線が同地区を南下中であり、局地不連続線を境に5~6°Cの温度差がみられる。

一方、鉛直方向にも大きな温度傾度が推定できることから、上暖下冷(上疎・下密)の急勾配の温度分布となり、接地冷氣層の上にかぶさった暖気との間に空気によるレンズが形成され、光が地面に対して凸型に著しく屈折して蟹気楼が発生したものと思われる(第6図)。

蟹気楼の発生形態としては、気層の上暖下冷型であり、たとえば春先のオホーツク海の「幻氷」現象(冷たい海上に暖気が流入して水平線に消えたはずの流氷が水平線に浮かぶ)のように物体が浮上して見えるといったものであった。このような気層の上暖下冷型で発生した蟹気楼の虚像は倒立することが多いようであるが、今回の場合は正立しており、しかも拡大されて浮上していたのが特徴である。

また、観測者と物体との間に水平方向に強い温度勾配があると、物体が左右に2つ並んで見える場合もあるといわれているが、都庁から見て練馬区光が丘との

間には、局地不連続線による水平方向の強い温度勾配があったにもかかわらず、蟹気楼は実像と1対1に対応していた。

このような蟹気楼の発生形態については、光学的な見地から矢部(1982)の詳しい報告がある。

次に、蟹気楼は局地不連続線の接地冷氣層の上に浮上拡大しており、接地冷氣層は大気汚染物質であるSPM(浮遊粒子状物質)などにより高濃度に汚染されていた。関東地方における局地不連続線による接地冷氣層内の高濃度大気汚染に関しては水野ほか(1993)などにより詳しく報告されている。

今回の接地冷氣層内における高濃度大気汚染に関しては数値で示したが、15時ころ都内吉祥寺付近をドライブした人によると、急に太陽光が茶色に変わり、薄暗くなったとの報告などもあり、接地冷氣層内の視程は極めて悪い状態であったようだ。

3.2 局地不連続線の発生形態

東京湾など関東の沿岸部を横断して形成される局地不連続線については、以前からよく知られており、発生形態については幾つかのタイプに分類されている。1993年12月1日の場合は、杉浦(1974)が示した総観規模の寒冷前線が関東地方に接近通過する際に、東京湾付近に局地不連続線が形成されるといった形態と同様であり、また、水野ほか(1993)が示したタイプ(iii)の(移動性高気圧の後面から、関東以北に中心を持つ低気圧の暖域で、曇っている場合でも形成され冬型の季節風が卓越する直前まで持続する)場合と同様であった。このタイプの局地不連続線は海上からの暖気が流入しやすく接地冷氣層との間で温度勾配が顕著になりやすい。

尚、局地不連続線は早朝の南西風の強まりなどにより北上し、南岸から内陸部へ深く進入した(南西風域の北上)。その後寒冷前線の接近通過に伴い局地不連続線は比較的ゆっくりと南下した(南西風域の南下)。

このような場合の地上風系の振舞については、藤部(1994)の詳しい報告がある。

3.3 接地冷氣層の厚さ(高さ)

第2図に09時の館野の状態曲線を示している。これによると高度300mくらいまでの逆転層が見られるが、さらにその下の地上から高度100m間が接地逆転層のようである。また、21時の観測によると接地逆転層の高度は約180mであり、同高度と地上との気温差は約4°Cであった。郊外である館野の接地冷氣層の厚さをそのまま都内に適用はできない。一般に、郊外の

方が都市部より下層に強い接地逆転層ができやすい。蜃気楼が見られた練馬区付近の接地冷氣層の厚さは、都庁展望室の観測者などの話から推定すると、200 m 前後であったと思われる。これは、大気汚染物質で黒ずんだ空気層の高さが 200 m 前後に見られたことによる。

4. まとめ

- (1) 東京都練馬区付近に発生した蜃気楼は、関東平野に発生した局地不連続線によりもたらされ、高層建築物（都庁展望室 240 m）の高所から観測された。
- (2) 局地不連続線は寒冷前線通過前の暖域内における関東平野に形成された接地冷氣層前面と、南海上からの相対的に暖かい南西気流との間に発生したものであった。
- (3) 蜃気楼が見られた頃の接地冷氣層の高さは、汚染された空気層の高さから判断して 200 m 位であったと思われる。同高度付近を境にして上層の相対的な暖気との間で気温の傾度が大きくなり、密度の相違による空気のレンズが形成されて光が屈折し、蜃気楼が発生したようである。
- (4) 蜃気楼は新宿区の東京都庁展望室から見て、北西方向 10 km 付近の練馬区光が丘団地の高層住宅30階建てや、都清掃局の煙突 (150 m) などが浮上拡大されたものであった。
- (5) 蜃気楼の観測された時間帯（13時半頃から15時頃）は、局地不連続線の移動速度が停滞気味か極ゆっくりとしたものであった。

5. おわりに

東京都内に発生し、観測された蜃気楼は局地不連続線によりもたらされた。関東平野では寒候期に接地冷氣層が形成されて、接地冷氣層と海上から流入する一

般場の相対的な暖気との境界に局地不連続線が形成されやすい。しかし、このような気象条件下で発生した蜃気楼の報告はなされていないように思われる。たとえ蜃気楼が発生していても、都内の地上付近からでは建物等の障害物で見通しがきかなくて見るができない。

近年、超高層ビルなどが建設されるようになったことから、高所から観測できるようになり見る機会が得られたことによると思われるが、接地冷氣層の高さ（厚さ）と高所観測者との位置関係が光の屈折に関して蜃気楼が見られやすい条件に対応しているのかも知れない。

現地調査の際、池袋のサンシャインビル屋上に常駐するガードマンに蜃気楼の写真をみせたところ、時にはこのような現象を見かけたことがあるとの証言も得ている。

謝 辞

この調査に関して蜃気楼のビデオを提供して頂いたNHK、大気汚染の資料を提供して頂いた東京都大気監視局および貴重な助言を頂いた気象庁予報部檜尾予報官に謝意を表します。

参 考 文 献

- 藤部文昭, 1994: 冬の日本海低気圧時における関東平野の地上風系の日変化性, 天気, 41, 21-30.
- 水野建樹, 近藤裕昭, 吉門洋, 1993: 東京湾上を横切って形成される局地不連続線の構造と成因についての考察—大気汚染とのかかわり—, 天気, 40, 29-38.
- 杉浦茂, 1974: 関東地方を通過する寒冷前線の局地解析, 天気, 21, 39-45.
- 矢部了, 1982: 蜃気楼 (光の異常屈折現象), 気象, 26, 24-26.