

1967年4月10—11日の南関東における 悪視程のメソスケール解析*

野本真一・榎島邦夫**

要旨

視程は大気汚染や航空・鉄道をはじめとする交通機関に影響する気象変数のうち最も重要なものの一つである。この調査は南関東でとくに問題になる悪視程の解析例で、解析結果から次のことが判明した。

- 悪視程は日中と夜間の差はあるが、中小スケールの気圧系と地上収束および下層安定度と密接な関係がある
- 南関東の悪視程は温暖型前線が南側に停滞する場合に起り、この前線と前線の北側のメソスケール高気圧が悪視程域に影響する。

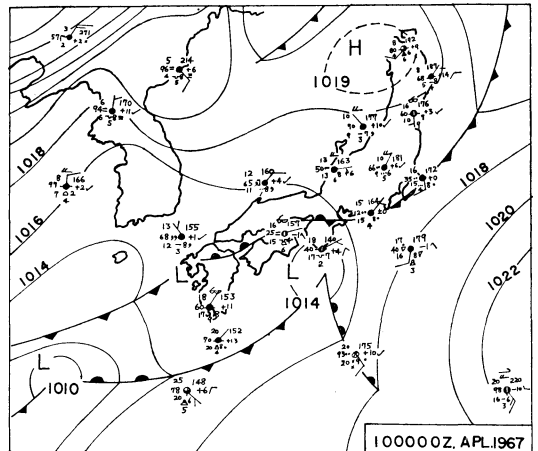
1. Synoptic scale の概況

1967年4月9日から10日にかけて日本海にあった低気圧は北海道を通過し、それに伴う寒冷前線が10日朝関東平野を南下し10日午前から11日午前にかけて南関東に停滞した。この停滞により南関東では悪天・悪視程が発生・継続したが、前線上の小低気圧の通過により前線は南下し悪視程は解消した。

この前線が南関東に停滞した10日から11日にかけて南関東一带は視程が悪く、とくに羽田空港では10日午後から11日早朝まで飛行場を閉鎖するような悪視程が続き、国際・国内線とも離着陸できず大混乱を来した。

10日9時(第1図)は、本州上に前線が停滞しており、この前線の南北の気温差は 5°C 以上あり気団差は非常に大きい。九州にある弱い低気圧ははやく東進し、日本海北部にあった寒冷前線が11日9時(第2図)には東北地方に達している。南関東の悪視程は大陸の高気圧の張出しと前線の南下により11日午後には解消した。

次に上層天気図は、zonal type でどちらかといえば東谷である。すなわち 500 mb では $150\sim 170^{\circ}\text{E}$ に深い



第1図 1967年4月10日09(I)時地上天気図

trough が、本州上に弱い ridge がある。700 mb では11日の日中弱い trough が本州上を通過している。850 mb では日本海にあった寒冷前線が11日の日中に本州を南下して太平洋に抜けた。

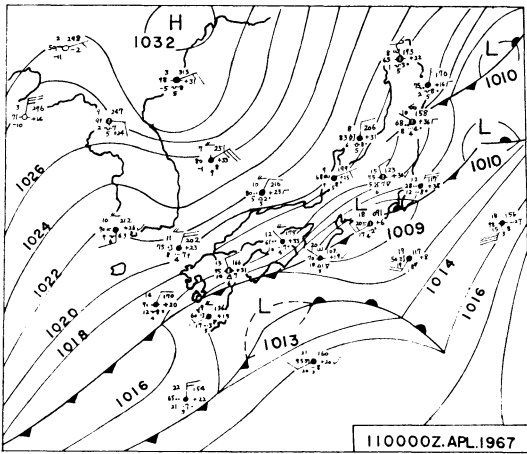
2. 視程の状況と局地的な解析

南関東の視程と気圧系の10日0時から11日15時までの動きをシーケンスにしたものが第3図である。

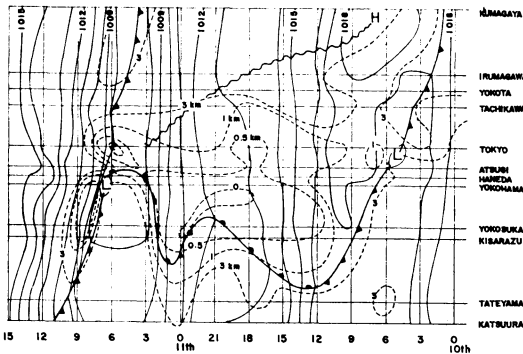
この図は、熊谷—東京—羽田—館山を結ぶ線上(330° — 150° 方向で前線の動きにほぼ直角方向)のシーケンス

* Meso-Scale Analysis of the Poor Visibility over South Kanto Area on 10—11 April in 1967

** S. Nomoto and K. Enoshima: 東京航空地方気象台予報課



第2図 1967年4月11日09(1)時地上天気図



第3図 気圧系、前線系、悪視程域の時間的変動(シーケンス)

で気圧系・前線系・等視程線の変化を示している。

視程の悪化は10日12時ごろから始まり18時から11日0時においては視程0kmになっている地域が東京湾付近に見られる。これは高気圧の南下と前線の北上とにともない京浜工業地帯で排出されるエアロゾルが拡散されず、前線の北側から ridge までの狭い地域に集まったためと考えられる。この ridge-line と視程3kmの限界線がほぼ合致していることは注目に値する。

11日6時頃から低気圧とともに前線が南下をはじめ、前線通過後2時間ほどで各地の視程は3km以上に回復している。

なお大気汚染の影響の小さい関東中部では悪視程は前線の通過時だけで、その程度も1km以下の観測はこの解析例では見られない。

この10日から11日にかけての変化を第3図の前線系の

動きから、次の3段階に分けて主に局地天気図で説明する。

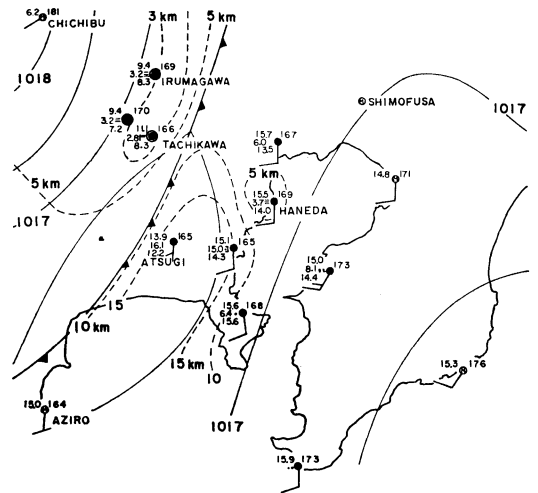
- (a) 前線が南下中(10日12時まで)
——悪視程が北から南に移動——
- (b) 前線が北上する11日6時まで
——東京湾付近に悪視程が継続——
- (c) 低気圧の通過により前線は太平洋に抜ける
——悪視程の解消——

(a) 前線の南下

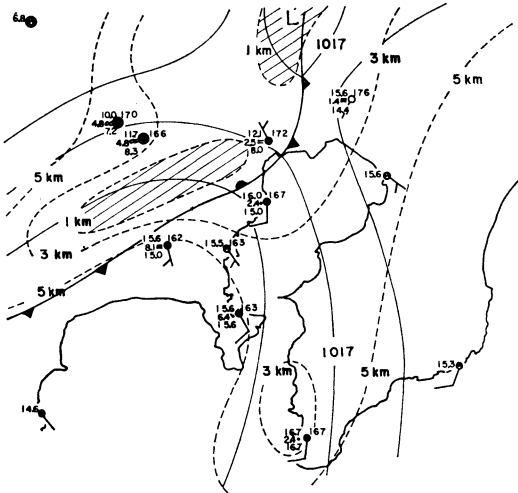
第4図a~kまでの11図は10日3時から11日9時までの南関東の局地天気図で、第3図と同じく実線は等圧線、破線は等視程線である。

10日3時(第4・a図)では全般的に視程はよく、毎時15kmで南東進している寒冷前線の後面に3km以下の視程が関東中部にあるだけである。南関東は前線の通過前で南よりの風が強くエアロゾルは拡散され視程はよい。この前線ははだいに南下し10日6時(第4・b図)には羽田付近を通過している。9時(第4・c図)になるとさらに南関東に進んだ状態になっている。この時刻になると工業活動の活発化によるエアロゾルも増加しており、関東東部は1~2kmと視程は悪くなっている。これはエアロゾルの増加と前線によるもので、南関東は前線の通過後で風が強くと12時(第4・d図)まで視程は悪くない。

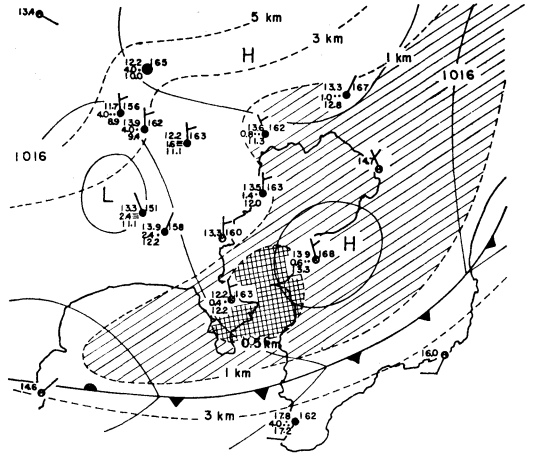
10日0時から12時までの東京タワーの上層は前線の通過前を除いて寒気につつまれており、とくに5時から6時にかけての状態は前線の通過が顕著に現われている。



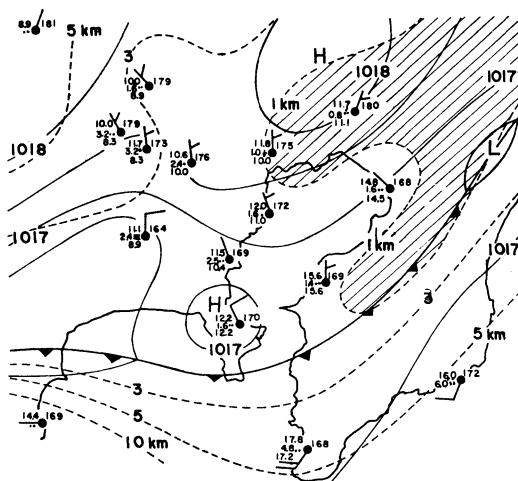
第4・a図 10日03(1)時の局地天気図



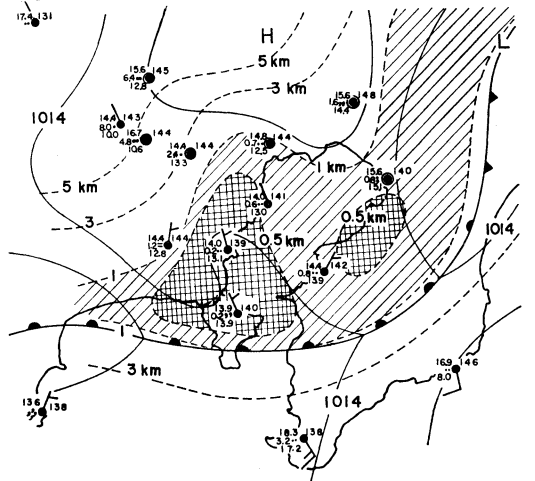
第4・b図 10日06(L)時の局地天気図



第4・d図 10日12(L)時の局地天気図



第4・c図 10日09(L)時の局地天気図



第4・e図 10日15(L)時の局地天気図

局地収束は前線の通過まで $(\text{div } V)_{\Delta_2} > (\text{div } V)_{\Delta_1}$ 通過後は $(\text{div } V)_{\Delta_2} < (\text{div } V)_{\Delta_1}$ で両区域とも通過前4～5時間に最大(発散)が、通過後1～2時間に最小(収束)が現われている。なお区域 Δ_1 , Δ_2 の説明は第3節の初めで述べる(第6図)。

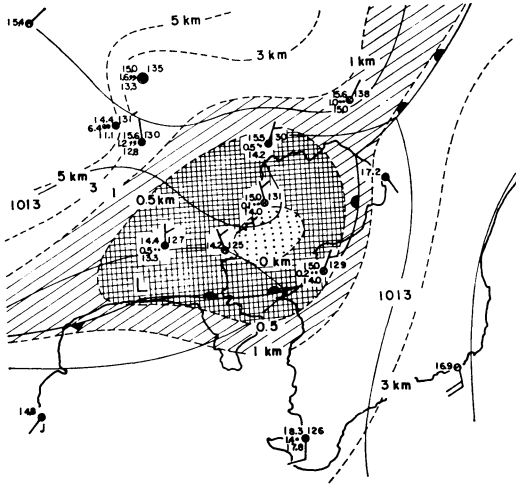
この(a)の段階は前線に伴う悪視程が、エアロゾルの増加によってさらに悪化していく傾向が見られる。

(b) 前線の北上

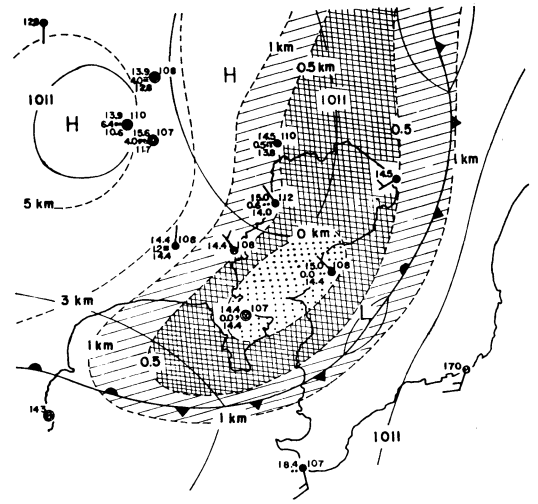
10日15時(第4・d図)には関東中部にある高気圧がゆっくり南下を始めている。前線は12時に最も南下しその後は北上傾向を示している(この時から前線は寒冷型か

ら温暖型となる)。それとともに南関東は急に視程が悪化し1 km 以下とくに東京湾口では0.5 km 以下となった。この悪視程はエアロゾルの盛んな発生と下層の風が弱いこと(東京タワーの107 mで静穏が数時間続いている)が原因である。10日15時伊豆半島にあった局地低気圧はゆっくり東進し、21時(第4・g図)には三浦半島の上を通過。高気圧は10日18時(第4・f図)から南下の速度を早め11日0時には東京付近まで南下しその後3時間ほど停滞している。

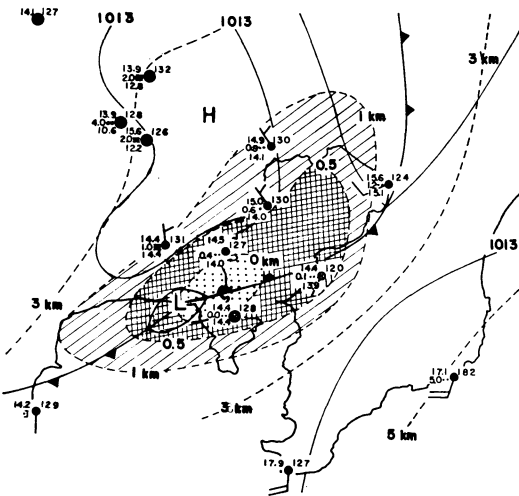
悪視程の範囲は18時にもっとも拡がり、東京・神奈川・東京湾が0.5 km, 川崎市の南では0 km となっている(この時刻に東京タワーでは気温減率は $-0.2^\circ\text{C}/100\text{m}$



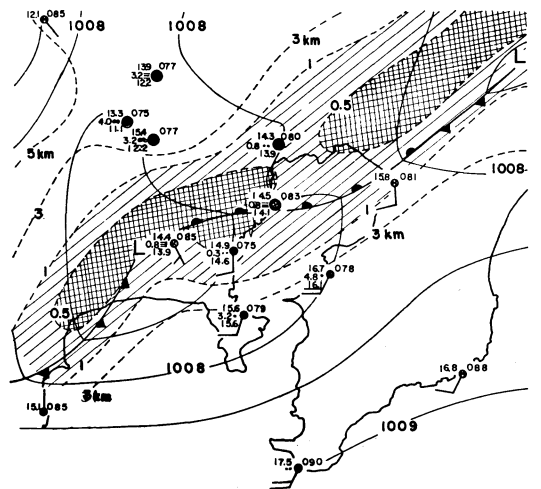
第4・f図 10日18(I)時の局地天気図



第4・h図 11日00(I)時の局地天気図



第4・g図 10日21(I)時の局地天気図



第4・i図 11日03(I)時の局地天気図

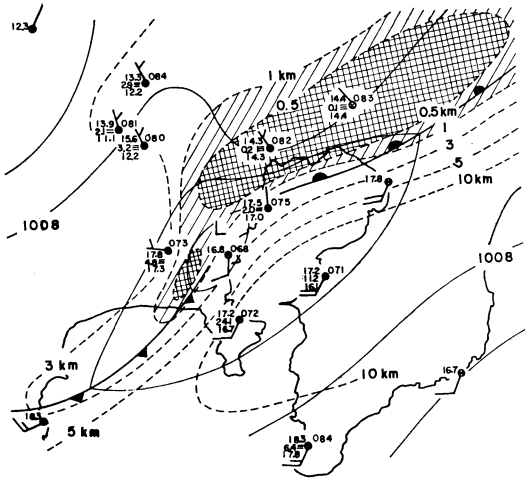
ぐらい、館野の沈降面は21時には 928mb まで低くなった。この悪視程度域は前線とともに東ないし南東に移動しているが、11日3時(第4・i図)には前日9時九州にあった低気圧が神奈川中部まで進み、この低気圧に伴う 0.5km 以下の悪視程が神奈川中部に発現した。これと南関東にあった悪視程域(前線の北上に伴いふたたび北上した)が合併して前線の北側に東西に長い悪視程域を形成した。

この(b)の段階では、前線が寒冷型から温暖型になった10日12時から前線の南側(富崎、館山)では gust をともなった強い南よりの風が吹き始め、前線の北側では

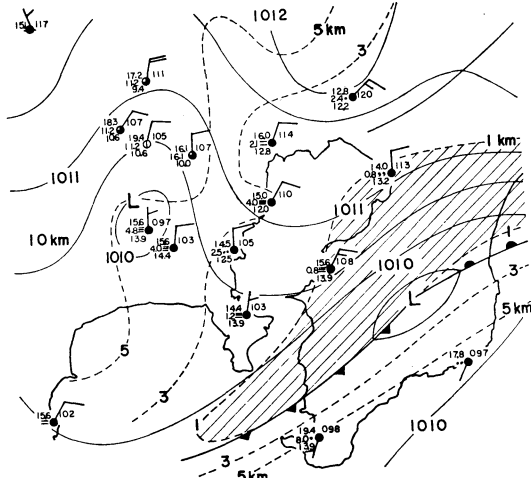
0~3m/sの弱い北よりの風が続いた。また前線が温暖型になったため前線面の傾斜がゆるやかになり、大気汚染でいう混合層が低くなった。以上のことは京浜工業地帯から発生したエアロゾルが高気圧の南下・前線の北上・混合層の低下により、拡散領域が鉛直・水平方向とも小さくなったことを意味する。

(c) 前線南下して太平洋に抜ける

11日6時(第4・j図)に京浜地方に達したこの主低気圧は9時(第4・k図)に南房総まで南東進し、悪視程もそれに伴って房総北部で1km程度だけとなり、東京湾や京浜地方は2km以上となった。館野の沈降面は



第4・j図 11日06(I)時の局地天気図

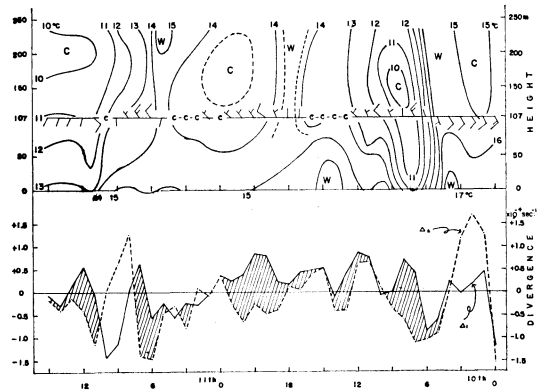


第4・k図 11日09(I)時の局地天気図

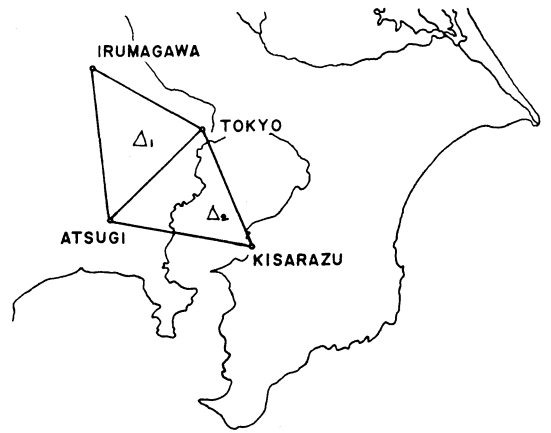
10日21時に 928mb までさがっていたが、11日9時には 800mb まで上昇し、東京タワーも寒冷気塊におおわれている。したがって悪視程をもたらしていたエアロゾルは広い地域に拡散され、12時には前線も太平洋に抜けたため悪視程は解消した。

3. 局地収束と下層大気の状態

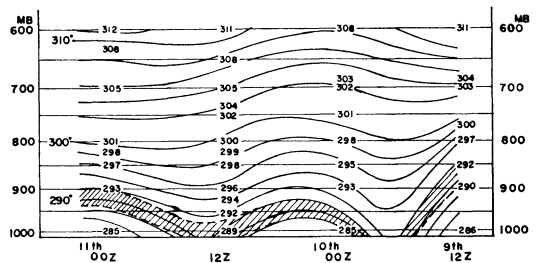
第5図の上図は東京タワーの気温と風を示し、下図は Δ_1 (東京—入間川—厚木)、 Δ_2 (東京—木更津—厚木) におけるペラミイの方法による局地収束で、実線は Δ_1 、破線は Δ_2 の値を示す、斜線をほどこした部分は $(\text{div } V)_{\Delta_1} > (\text{div } V)_{\Delta_2}$ のところで陸風が卓越すると解釈できる。第6図に Δ_1 、 Δ_2 の区域を示す。



第5図 東京タワーの気温分布(上)と局地収束(下)のシーケンス



第6図 Δ_1 、 Δ_2 (局地収束) のとり方



第7図 館野における前

10日午後から11日早朝の南関東に広がった悪視程時における局地収束は区域 Δ_1 が正、 Δ_2 が負を示し陸風卓越の傾向で、日中内陸部に移動していたエアロゾルが陸風により押し出されたものと思われる。下層大気は東京タワーの気温でみると 100m 以上に弱い寒気はあるが $0^\circ\text{C}/100\text{m}$ 前後の安定度である。とくに羽田空港で最悪視程

の17~18時と都心で最悪視程の11日5~6時は100m以上が暖かくなっている。館野における下層の状況(第7図, 実線は等温位線, 斜線をほどこした部分は前線面を示す)は地上の前線が南関東に停滞しているので前線面は非常に低い所にある。前線面は10日6時ごろまでと、10日21時から数時間地上と交わっているがこれらの時間は局地天気図で前線は館野の北西側にある。

羽田空港付近は10日21時~11日3時の間わずかながら視程がよくなっているがこれは高気圧からの寒気が南下し前線も温暖型から寒冷型になったためと考えられる。しかしながら東京タワーの風はほとんど静穏, 局地収束は区域 A_1 が正, A_2 が負がつづいており, 地上の前線は11日1時ごろからふたたび温暖型に変わり北上していることなどから南関東の悪視程は継続している。

4. む す び

この解析の結果, 前線にともなう南関東の悪視程について次のことがわかった。

a. 広域天気図で関東の南に前線が停滞するとき, 南関東に悪視程の発生することは既に¹⁾明らかになっているが, この解析ではとくに前線の両側の気団差が大きかった。たとえば前線の両側の気温水平差は 5°C 前後あった。

b. 局地天気図については

房総半島, 東京湾上に温暖前線が停滞し, 前線の南側は南よりの風が強く北側では北よりの風が弱いときに南関東に悪視程が起こる²⁾。とくに富崎や館山の南よりの強風と gust の始まるの時刻が悪視程発生の時刻とほとんど同時であった。

寒冷前線にともなう悪視程の継続時間は短い。すな

わち11日午前の寒冷前線通過による悪視程の発生から解消までの時間は3時間ぐらいであった。

前線の北側のメソ高気圧と悪視程の領域は関係がある, すなわちメソ高気圧の ridge と視程3kmの等値線の時間的変動は大体一致していた。

c. 下層大気の状態

館野の沈降面(おもにエマグラムから判別した)の高さと南関東の悪視程が関係するのは当然であるが, この解析では沈降面が900mb以下のとき1km以下の悪視程がつづいた。

接地層(東京タワー)の安定度と視程が相関の大きいことは, 多くの研究³⁾でも結論されているが, この解析ではとくに下層の100~250mの安定度が $0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 前後のあいだ南関東の悪視程が継続した。

局地的な収束と悪視程の時間的変動は割合よい相関があった。

この調査は東京国際空港における「飛行場最低気象条件の予報」のための予備調査で, このような解析を重ねその結果から悪視程の予報法を作成したいと考える。この調査にあたっていろいろ御指導・御指示をいただいた東管八木技術部長, 東航山田予報課長に感謝する。

なおこの調査は東管調査研究補助費により行なったものの一部である。

参 考 文 献

- 1) 箕輪年講, 1963: 大気汚染の予報. 気象研究ノート, Vol. 14, No. 3, 263—271
- 2) 橋本梅次, 1961: 大気汚染と視程. 気象研究ノート, Vol. 12, No. 2, 85—98