

新東京国際空港（成田）の気象特性 と問題点について*

山 田 直 勝*

1. はじめに

昭和53年3月30日に予定した新東京国際空港（成田）の開港は、予想外の事件のために一時延期され、5月20日に改めて開港されることになった。昭和41年、当時年と共に急増する航空需要に対応させる目的で、国際航空専用空港を千葉県三里塚地区に建設すべくその位置・規模について閣議決定してから、12年目のことである。新空港は、羽田と違って内陸空港である為にその建設途上でいろいろと予期できなかった難問が相次いで起こり、それらの解決に年月を要し、当初予定した完成期日より数年遅れたのである。

現在、新空港には気象機関として新東京航空地方気象台が設置されているが、この気象台の観測施設とその施設を運用する準備室は昭和47年に設置され、以来観測が続けられてきた。

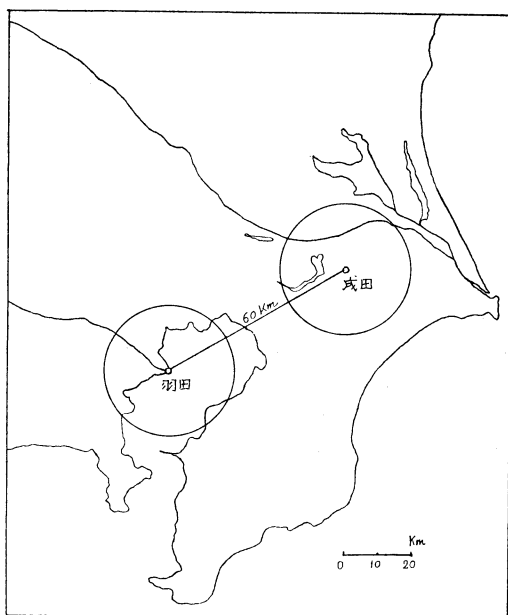
成田と羽田と比較すると両者の距離の差は約60kmしかないが、一方は内陸にあるのに対して他方は東京湾に面した海岸にあるというように立地条件がかなり違うために、飛行場の気象条件の相違することが予想される。

この報文では、成田において数年間に亘って行なわれてきた予備観測資料に基づいてその気象特性を羽田との比較において述べ、また多くの人々による調査・研究結果の概要を紹介しながら今後の問題点などを解説する。

2. 地理的条件

第2.1図は南関東一円を示した地図であり、成田および羽田両空港の位置が明示されているが、両者の立地条件の相違は明白である。羽田はほぼ三方が海に囲まれた

海岸空港であるのに対して、成田は南西の東京湾からもまた南東の九十九里浜からも30km余離れた内陸空港で



第2.1図 南関東地図

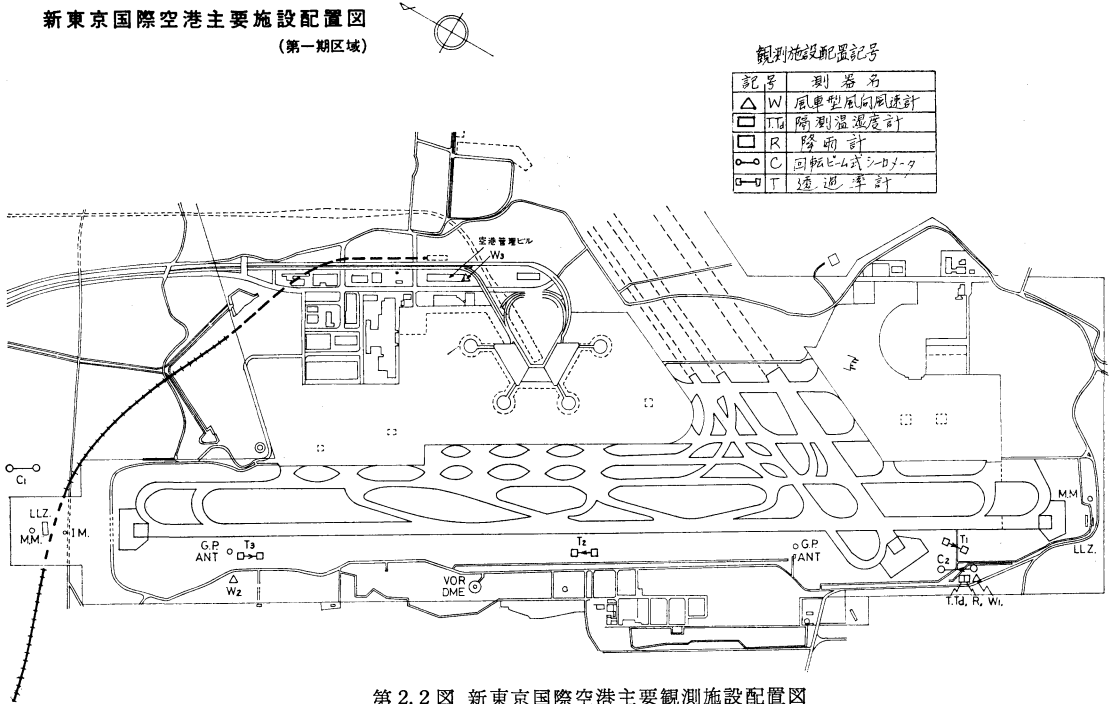
第2.1表 立地条件の差

条 件		空 港 名	成 田	羽 田
位 置	緯 度		35°44'29''	35°32'58''
	経 度		140°23'26''	139°46'12''
標 高			40.25m	1.50m
内 陸 度*			96%	47%

* 半径20km以内に含まれる陸地の割合

* Meteorological Characteristics and Problems at the New Tokyo International Airport in Narita.

** N. Yamada, 新東京航空地方気象台（現在 日本気象協会）。



ある。

両空港の立地条件の概要は、第 2.1 表に示すとおりであるが、表示された緯・経度の標高は空港を代表する風や気温露点などのセンサーの配置されている場所、すなわち露場の位置についてのものである。

2.1 空港の規模と気象観測々器の配置

成田空港はまだ建設途上であり、その第 1 期工事で A 滑走路（主滑走路で 4000m × 60m）とこの滑走路を運用するための諸施設が完成したところであり、第 2 期工事で A 滑走路に平行して走る B 滑走路（副滑走路で 2500m × 60m）とこれらと斜交する C 滑走路（横風滑走路で 3200m × 60m）およびそれらに付随する諸施設が建設されることになっている。第 2.2 図は、第 1 期工事で完成した空港の部分に設けられた気象観測施設の位置を示したものであるが、いずれも A 滑走路の運用に必要なものとしてその周辺に設置されたもののみである。

成田空港は、第 1 期工事で完成した部分が 550ha で羽田の 1.3 倍、完成の暁には 1,065ha で羽田の 2.6 倍となる。したがって、完成時に空港全体に展開する気象測器の数は現在の倍以上となり、その時々を使用滑走路に必要な有効気象情報の選択通報などには、特別な工夫をし

ない限り困難な問題が起こるであろうことが予想されている。

3. 運航気候条件

国際商業航空に就航する航空機は、大型化・高速化が一応達成されその安全性も年々高まり、これらの航空機の運航に必要な航空気候情報は簡素化の方向にある。他方、一般航空と呼ばれるレジャー用などの小型機の運航や超音速輸送機 (SST*) の運航計画作成などに必要な航空気候情報は、ますます広範多方面に亘るようになった。これらのすべてを満たすためには膨大な情報要素数となるが、大部分は余り使用されていないのが実状である。したがって、国際民間航空機関 (ICAO**) では、定常的には最少限つぎの航空気候情報が入手できればよいとしている。すなわち、これらは風、視程、シーリングに関するものである。このほかに 気温、気圧 なども加えてあるが、これらの必要性は少ない。

ここでは、上に述べたもののほか若干の資料を加えた統計値を示す。

* Supper Sonic Transport

** International Civil Aviation Organization

第3.1表 成田航空気候表 (1973~1977)

要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均気温 (°C)	2.7	4.0	6.8	13.3	16.0	20.1	23.5	25.3	22.3	16.4	10.9	7.4	13.9
最高気温の月平均(°)	8.7	9.6	12.0	18.3	22.0	23.8	28.0	30.0	26.7	21.0	16.2	10.9	19.0
最低気温の月平均(°)	-3.2	-1.9	1.3	8.0	11.6	16.9	19.6	21.6	18.6	12.1	5.3	-1.4	9.0
湿度 (%)	60	64	67	75	74	84	83	82	81	79	72	66	74
雲量	3.9	5.3	6.3	7.3	6.8	9.0	7.1	6.8	6.8	6.8	5.3	4.0	6.3
風速 (m/s)	3.0	3.4	3.5	3.8	3.3	3.4	3.1	3.3	3.2	3.0	3.3	2.7	3.2
降水量 (mm)	48.5	71.2	98.1	115.7	107.8	122.9	136.0	112.8	204.3	171.2	101.0	32.9	1324.4
降雪日数	2.0	2.0	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	6.8
霧日数	2.0	2.8	1.6	5.4	4.6	5.6	9.4	7.0	5.4	4.2	3.4	1.8	53.2
雷日数	0	0.2	0	0.8	1.8	1.6	4.4	1.8	1.8	0.6	0.2	0	13.2
強風日数	6.6	5.4	6.0	5.0	1.8	2.0	0.4	2.4	1.6	2.2	6.2	3.8	43.8
視程 800m 以下時間数	7.4	4.6	3.2	13.5	8.2	13.2	19.1	13.4	7.5	7.6	4.4	1.6	123.5
視程 400m 以下時間数	2.6	1.2	0.0	8.8	5.1	4.3	9.8	7.2	3.1	3.2	1.5	0.9	48.8
雲底 60m 以下時間数	5.1	5.5	8.7	3.9	12.7	19.2	19.6	2.8	3.9	6.0	6.7	3.4	93.7
雲底 30m 以下時間数	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.4	0.1	0.4	0.4	-	0.0	1.5
視程 5km 以下時間数	51.5	88.2	79.9	154.4	97.1	265.2	243.1	140.3	133.1	146.9	80.9	100.3	1580.9

第3.2表 羽田航空気候表 (1973~1977)

要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
平均気温 (°C)	4.8	5.6	8.0	14.1	18.0	20.7	24.4	26.2	23.2	17.4	12.3	7.2	15.1
最高気温の月平均(°)	9.0	9.7	12.0	18.2	22.0	23.9	27.7	29.8	26.5	20.7	16.0	11.3	18.1
最低気温の月平均(°)	0.5	1.5	4.1	10.1	14.2	18.2	21.6	23.4	20.2	14.1	8.5	2.8	11.6
湿度 (%)	52	58	63	71	71	84	82	79	78	74	65	57	69
雲量	3.8	5.4	6.3	7.2	6.7	8.8	6.7	6.7	6.8	6.9	5.4	4.1	6.2
風速 (m/s)	5.0	5.0	5.3	5.8	4.9	4.6	4.6	4.9	4.7	4.4	4.9	4.3	4.8
降水量 (mm)	47.0	64.3	92.3	122.5	112.5	151.5	138.3	119.1	179.8	177.3	107.6	30.4	1342.3
降雪日数	1.6	4.3	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	8.4
霧日数	0.4	0.6	0.6	2.0	0.8	2.0	2.4	0.6	0.0	0.6	0.8	0.2	11.0
雷日数	0.4	0.0	0.4	0.4	1.6	2.6	2.4	2.0	1.4	1.0	0.4	0.0	12.6
強風日数	12.2	11.8	11.8	11.0	7.8	7.8	4.0	5.8	5.6	5.0	8.8	8.2	95.8
視程 800m 以下時間数	0.7	0.7	0.2	2.2	0.5	2.1	1.2	0.1	0.1	1.0	1.3	0.4	10.3
雲底 60m 以下時間数	0.3	0.0	0.1	0.8	0.4	0.7	0.9	0.1	-	-	0.0	-	3.4
視程 5km 以下および たは雲底 450m 以下時間数	74.3	118.7	91.4	173.1	115.3	261.8	297.8	146.8	146.4	192.9	154.7	152.2	1925.6

第3.1表*は、1973～1977年の5年間の資料による成田空港の運航上必要とされる気象要素の月々の平均値を示したものである。比較のために同じ統計期間の羽田空港の値を第3.2表**に示した。

各要素について両者を比較しながら若干の説明を加えれば次のとおりである。

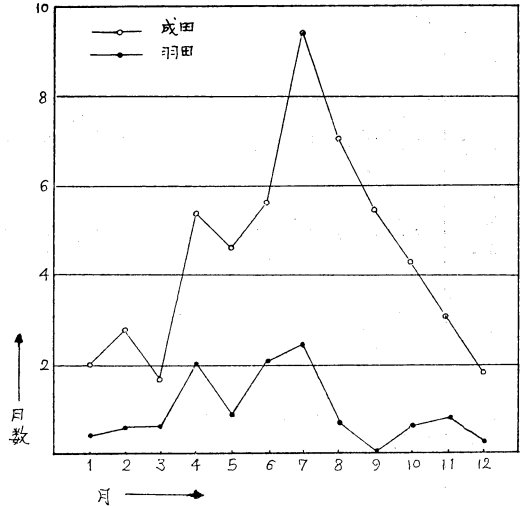
気温 まず、日々の最高気温の月平均は成田と羽田では大きな差はないが、日々の最低気温では成田は羽田より1～4°C低い。両者の差は、冬大きく3～4°C、夏は少なく1～2°Cとなっているが、これは内陸と海岸という地理的条件の差に起因するものである。平均気温の上にもこの傾向は緩和された形で現われている。

風速 成田空港の地上風速は、年平均で3.2m/s、最大は4月の3.8m/s、最小は12月の2.7m/sとなっているが、羽田空港の年平均4.8m/s、最大は4月の5.8m/s、最小は12月の4.3m/sと比較すると、約1/3減となっている。この結果も内陸と海岸の差を示したものである。また、強風日数（平均風速10m/s以上の日）も羽田が年間96日に対して成田44日と半分以下になっている。強風日は共に冬から春にかけて多く、平均風速の最大は共に4月に出ている。

湿度 成田と羽田で湿度を比較すると、本邦の各地と同様にいずれも初夏から秋にかけて80%前後と多く、6月は最大で84%、冬期は50～70%と少なくなっているが、細かく見ると、成田の方が羽田より年平均で約5%多くなっている。この傾向は冬期に顕著であり、1月には成田の方が8%も多くなっている。このことは、成田には周辺に沼や河川など水分の補給源が多く存在するという環境条件はあるにしても、内陸にありながら海岸にある羽田より多湿であるということで成田地方の一つの気象特性といえるであろう。

降水量 降水量は年による変動の多い気象要素であるが、この5年間では成田と羽田の間に大きな差は認められない。両者に共通しているのは、1年中で最も雨量の多いのは9～10月の台風から秋霖のシーズンで、次いで6～7月の梅雨シーズンとなっている。強いて両者の差を求めるならば、前者については成田の方が羽田よりも多く、後者については逆に羽田に比べ成田の方が少なくなっている。

雲量 雲量については、本邦の他の各地と同様に暖候期に多く寒候期に少ないという一般的傾向を示す点に



第3.1図 霧日数月変化図

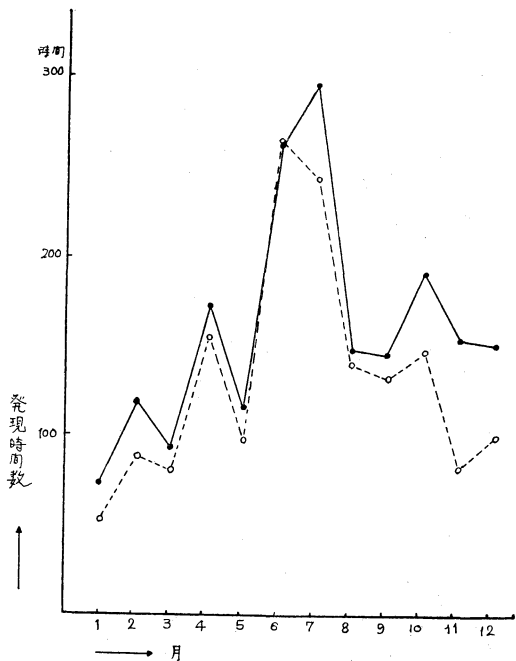
ついて成田と羽田ではほとんど差がないが、強いていえば暖候期に成田の方が0.1～0.4多くなっている。このことは、湿度の項で述べたように成田の気象特性の一つと考えてよいであろう。

霧日数 霧日数については、成田と羽田では傾向としてはいずれも暖候期に多く寒候期に少なくなっているが、各月の発生日数では第3.1図にも明らかなようになりかなりの差が認められる。成田では、年間平均53日発生していて、季節的に見れば、夏の月は6～9日と多発しているが冬の月には2～3日と少なく発生している。一方、羽田では、霧の発生は年間平均11日と著しく少ない。発生日のやや多い4月と6～7月でも平均2日で成田の寒候期の発生日数より少ない。

成田の霧の発生日数は羽田に比べ著しく多くなっているが、このことは成田の気象特性の一つといえる。しかし別項で詳しく述べるように、成田周辺で多発する霧の多くは夜半から早期にかけて発生する放射霧であり、これらは日出後間もなく消散するので、夜半から早期にかけて飛行場の離着陸を禁止することになっている成田空港ではこの影響を受けることは少ないと考えられる。

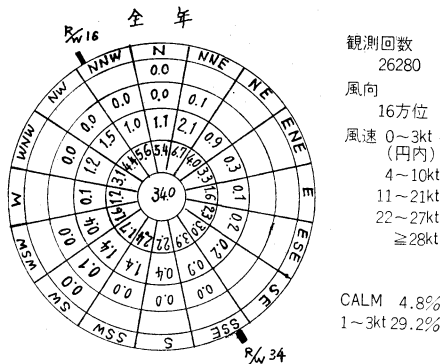
雷電日数 雷電日数は、年間、成田では13.2日、羽田では12.6日と大きな差はないが、強いていえば成田の方が僅かに0.6日多くなっている。いずれも暖候期を中心に発現しているが、両者の著しい差といえ、7月の発現日数は羽田の2.4日に対して成田は約2倍の4.4日となっていることである。

*,** 1973～1977年の各年表より筆者が作表したものである。

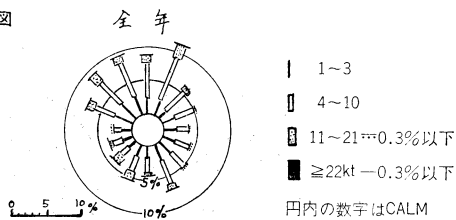


第3.2図 IMCの月々の発現時間数
 ...○...成田, —○—羽田

風向風速別発現頻度(%)



風配図



第4.1図 地上・風年統計図

降雪日数 降雪日数は、羽田の年間8.4日に対して成田は6.8日と平均1.6日少ない。当然のことながら、降雪日の発現は12~3月の冬期間に限られ、2~3月に集中している。これらの月には羽田の月3日に対して成田では月2日と約1日少ない。

計器飛行気象状態 IMC* (視程5km以下およびまたは雲底高度300m [成田]・450m [羽田]以下)の**発現時間数** 第3.2図は、IMCの月々の発現時間数を示したものである。これによると、IMCの発現時間数は夏に多く冬は少ない。5月と8~9月の天候の安定期はやや少ない傾向がある。年間、成田では1581時間で羽田の1926時間より34時間少ない。IMCの発現時間数の少ないのは各月とも同様であるが、成田と羽田の相違点はつぎのとおりである。IMCの発現時間数の最多月は、成田が6月であるのに対して羽田では7月となっている。このことは、羽田では梅雨期とくにその末期の低い雲底高度と霧雨などによるIMCの発現が多いものと判断されるが、成田については7月に多発する霧がIMCの時間数の上に出ていないのでさらに調べてみる必要が

あろう。

4. 気象特性

4.1 地上風

成田空港では、A滑走路の34Lおよび16Rのそれぞれの側からの接地帯付近と管制塔上で風を観測しているが、場外通報用として空港を代表する値は34Lの観測値を採用することとしている。1973年から1975年までの3年間の34Lの観測値についての風向風速別発現頻度**を第4.1図に示す。

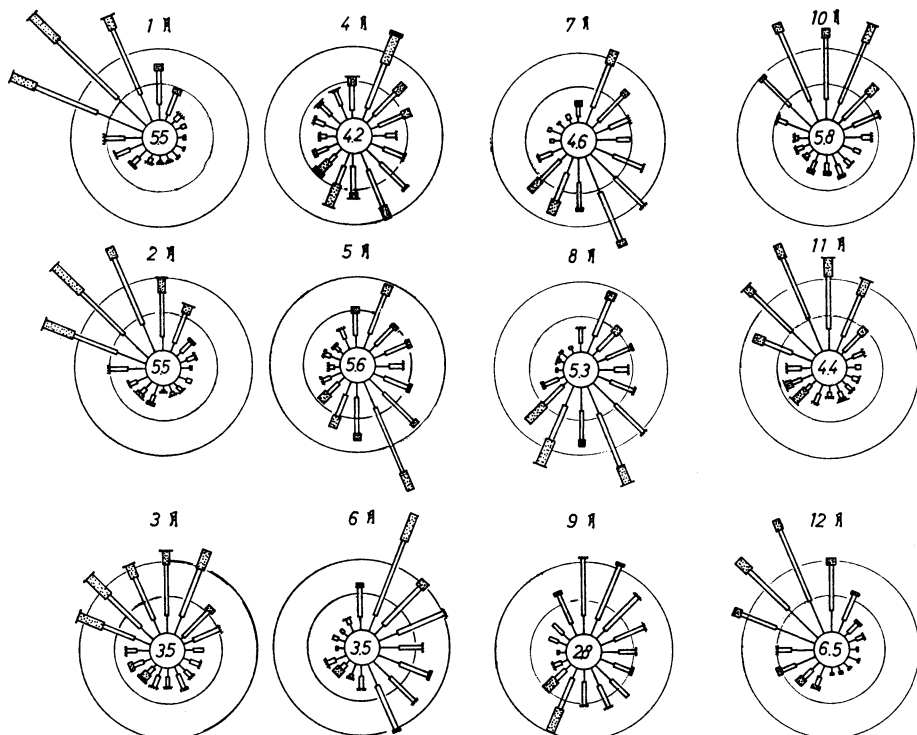
これらによれば、全体の34%は3kt以下の弱風で問題はない。有意の風速(ふつう5kt以上だがここでは4kt以上をとってある)では北分系が42%もある。これに対して南分系は24%である。11~21ktの風についても、北分系が多く北北東と北西がとくに多い。南分系については南南西と南西が多くなっている。22~27ktの風については北北東~西北西と南南東~西南西で吹いており、28kt以上の強風は北と南西以外の方向では吹いていない。

第4.2図は月々の風配図***であるが、これによると上に述べたことの季節変化が分かる。すなわち、冬は北西風が卓越し、春は低気圧の往来で南西または北北東の強

* Instrument Meteorological Condition

** 成田気象表, 1976: 新東京航空地方気象台準備室

*** 成田気象表, 1976: 新東京航空地方気象台準備室



第4.2図 月々の風配図

風の吹くことが示されている。春の終わりから初夏にかけて東よりの風となり、夏には北～南東の風が卓越することが分かる。また、9月には北北東と南南西の風が卓越するがこれは台風などの影響と考えられる。10～11月には北よりの風が卓越するようになり、12月には北西の季節風型となる。

4.2 接地帯付近の地上風

成田空港における地上風の測器は、34Lおよび16R接地帯付近に設置されていることは既に述べたが、両測器の設置点は水平距離で3300m離れている。

これらの測器による1973～1974年の観測結果から、34と16Rの両方またはいずれか一方の風速が10kt以上の場合を調査*の対象とした。このような場合は、全資料17462回中3774回(21.6%)であった。これらのうち、3404回(19.5%)は34Rの風速が10kt以上、2806回

(16.1%)は16Rの風速が10kt以上であった。また、34L、16Rともに風速が10kt以上の場合は2389回(13.7%)あった。このことから、一般に16Rに比べ34Lの方が風速の大きいことが分かる。

34L、16Rの風向差・風速差を求めて、第4.1表および第4.2表を作った。

空港のようにわりあい平坦な土地の場合であっても、水平距離が3300mも離れると第4.1表と第4.2表に見られるように風向およびまたは風速で航空機の運航上有意な差のあることがある。

したがって、長大な滑走路でも進入方向が違えば接地帯はかなり離れるので一方の風の情報をもって他方の風を代表させることはできない場合があるということである。

また、1973～1975年の資料について34Lと16Rの日平均風速差を800例について求めて第4.3図**を作った。

これによると、既に前にも述べたように、34Lおよび16Rの風速をそれぞれ[34L]および[16R]で表わせば[34L]-[16R]>0であり、その値は平均で0.5m/sである。[34L]=[16R]となるのは僅か54例(約7%)

* 庄山卓爾：成田空港滑走路両端における風の比較，昭和51年度気象学会月例会「航空気象」にて発表

** 地迫良一：A滑走路の南北における風の違い一日平均風速の場合一：昭和50年度気象学会月例会「航空気象」にて発表

第4.1表 34L, 16Rとも風速10kt以上の場合

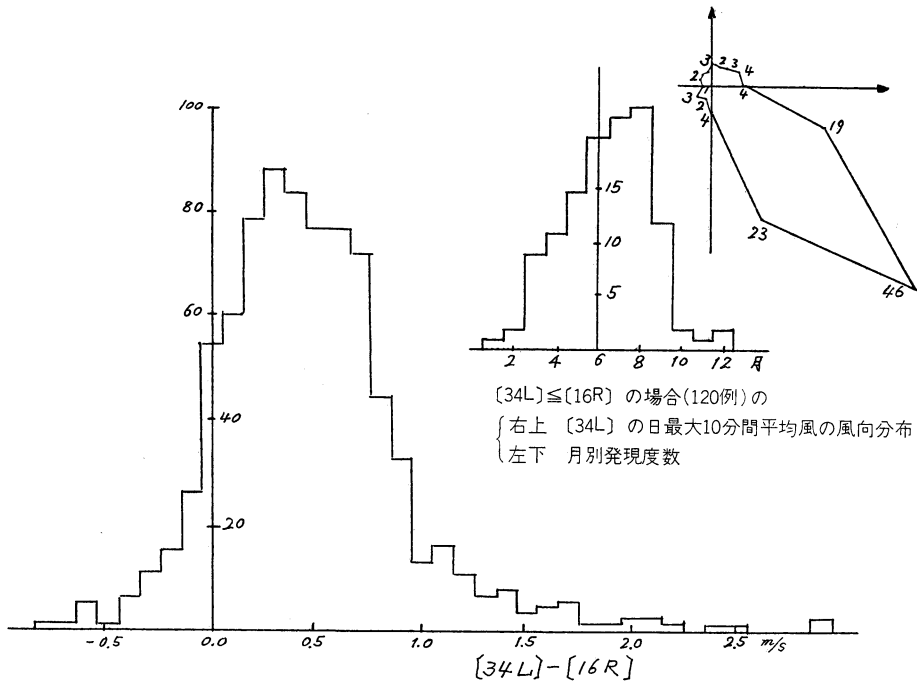
風速差 風向差	kt		kt		計
	0~4	5~9	10~18	≥19	
<10°	1810	237	7		2054 (86.0)
20°	244	29	2		275 (11.6)
30°	47	2			49 (2.1)
≥40°	11				11 (0.5)
計	2112 (88.4)	268 (11.2)	9 (0.3)		2389 (100.0)

注) 極値は風向差で90°, 風速差で12ktであった。

第4.2表 34L, 16Rのいずれか一方の風速が10kt以上の場合

風速差 風向差	kt		kt		計
	0~4	5~9	10~18	≥19	
<10°	2755	414	12		3181 (84.3)
20°	397	58	3		458 (12.1)
30°	83	12	1		96 (0.6)
≥40°	26	9	4		39 (1.0)
計	3261 (86.4)	493 (13.1)	20 (0.5)		3774 (100.0)

注) 極値は風向差で150°, 風速差で14ktであった。



第4.3図 日平均風速の差 [34L]-[16R] の発現度分布 (800例)

にすぎない。[34L]-[16R] ≤ 0 となるのは120例 (15%)で、その発現するのは暖候期に集中している。そして、その際の風向分布を拾ってみると同じ図中に示した付図のようになる。すなわち夏の南東の風の場合は滑走路の

南側より北側の方が一般的傾向に反して風速大となっている。

4.3 滑走路周辺の風の乱れ*

成田空港の主滑走路の南・北端の接地帯付近に設けられた2つの観測点 (34Lと16R) において、数時間に亘って一様に連吹する方向 (東, 西, 南, 北) の風の自記々録から風の乱れのエネルギー E を計算し、次のような

* 石井徳治, 1977: 新東京国際空港における地面付近の風の乱れと鉛直シャー: 研究時報, 29, No. 9-10.

第4.3表 風の乱れの特性

方向別		U_{max}	G_{max}
E	34L	$1.86 \bar{U}$	$0.80 \bar{U}$
	16R	$2.30 \bar{U}$	$1.17 \bar{U}$
W	34L	$2.02 \bar{U}$	$1.06 \bar{U}$
	16R	$2.09 \bar{U}$	$1.14 \bar{U}$
S	34L	$2.38 \bar{U}$	$1.58 \bar{U}$
	16R	$2.56 \bar{U}$	$1.70 \bar{U}$
N	34L	$1.65 \bar{U}$	$0.75 \bar{U}$
	16R	$1.97 \bar{U}$	$1.09 \bar{U}$

U_{max} : 瞬間風速群の最大値
 G_{max} : ガスチネス群の最大値
 \bar{U} : 一様に連吹する数時間の平均風速

特徴が見出されている。

風向にとらわれず風速のみの単純統計を行なった結果によると、 $\bar{U}_{34L} > \bar{U}_{16R}$ となり両者の差はほぼ5%となった。東寄りの風の場合だけは $\bar{U}_{34L} < \bar{U}_{16R}$ となり、両者の差は約10%（4例から求めた値でやや不安定）となった。また、風の乱れのエネルギー E について見ると一般に $E_{34L} < E_{16R}$ であるが、東寄りの風の場合のみ $E_{34L} > E_{16R}$ と計算された。これは、 \bar{U} の小さく現われる観測点の方が風の乱れが大きいことを示している。

第4.3表は、風向別に34Lと16Rの測点における乱れの諸特性を示したものである。表から明らかなことは、まず、 \bar{U} に対して南および西寄りの風が比較的大きい乱れを持っていることである。ここで乱れというのは気象学的な意味での乱れであって、そのすべてが航空機の接地、着陸、滑走に影響を与えるものでないことを断っておく。特に西風は、A滑走路に対して横風となり、平均風速に対する瞬間風速の比率が著しく大きく算出されているにも拘らず、後に示すように10分間平均風速で10 m/s を超えるような強風はほとんど発現していないので、航空機を実際に運航させる上に問題はない。

4.4 風の鉛直変化*

大気下層における風速の鉛直分布を示す式としては対数法則とベキ法則の式の2つがあるが、高度10mくらい

までの乱流境界層内では前者がよく合い、さらに高い300m付近までを考える場合は後者の方が実測に合致するといわれている。ベキ法則の式は、

$$\bar{U}_z = \bar{U}_{10} (Z/10)^n \dots\dots\dots (4.1)$$

である。ここに、 \bar{U}_z および \bar{U}_{10} は高度 Z および 10m における平均風速、 n は風の鉛直方向の分布型を定める指数である。

成田空港では地上風は34Lと16Rに測点があるが、地上高はそれぞれ10および8mとなっている。これらのほか地上高67mの管制塔上にも風の測点がある。

南寄りの風の場合の標本5個を選定し34Lと管制塔上の風速を比較し、(4.1)式より n の値として0.288 (0.274~0.304) を得た。

北寄りの風の場合には、管制塔周辺の建造物の分布状況から塔上の記録が利用できないが地表における乱れの形態を検討すると東寄りの風に類似しているため、東寄りの風の結果を適用できる。そこで、東~南東方向の風について標本5個を選定し34Lと管制塔上の風速を比較し、(4.1)式から南寄りの風の場合よりかなり小さい n の値0.223を得た。

n が大きい値を示すということは地表面の粗度効果が大きいということで、低層における風速の鉛直変化も大きくなっている。

4.5 風の特 性

1974年の資料を用いて行なった別の調査結果**から新しく得られた結果を主に述べる。

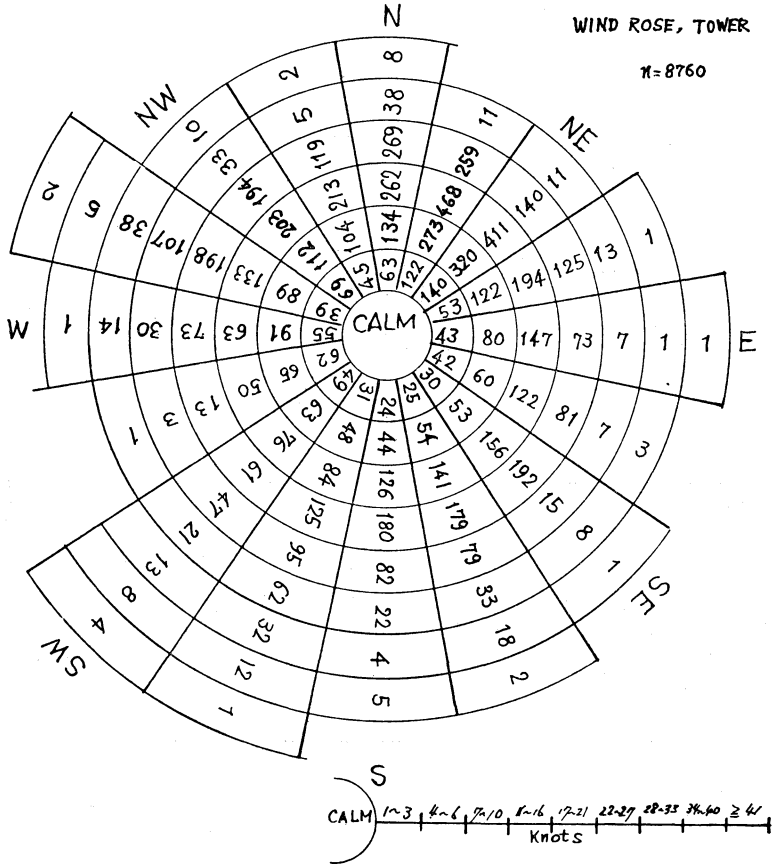
(1) 管制塔屋上の風と滑走路上の風

管制塔屋上と34Lの接地帯で観測された風の特性を、第4.4図および第4.5図に示す。管制塔屋上の風でも1~6ktの弱い風は全体の30%を占め、そのうちの2/5は北から北東の風向を示すものである。17kt以上の風は全体の10.2%で、そのうち南南東から南西の方向からのものが6%強、西から北西の方向からのものが3%弱となっている。地上高10mの34Lでは17kt以上の風速は全体のそれぞれ1.8%しか発現していない。地上高60m余の塔上で強く吹く風でも、地表の粗度効果のためかなり弱められることが示されている。

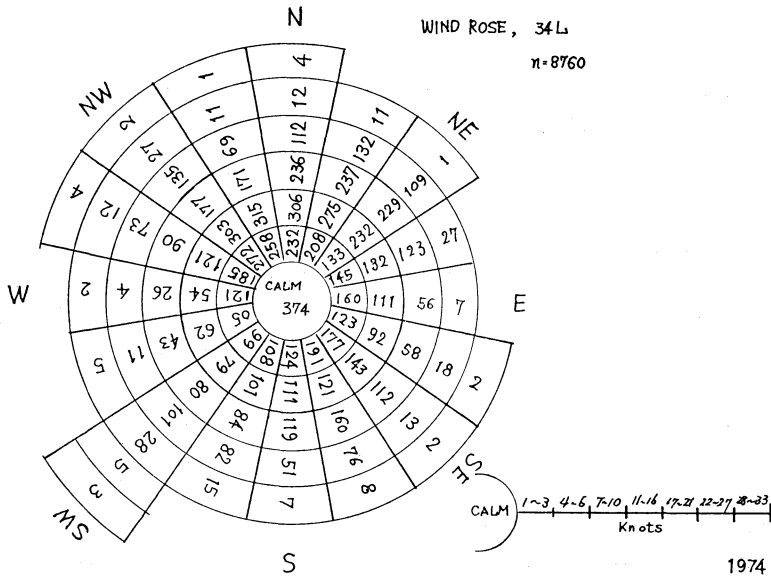
(2) 風速の日変化

34Lおよび塔上の毎正時の風速を、ビューフォート風力階級に分けて発現回数と累積度数分布でその日変化を表わすと、第4.6図のようになる。これで見ると、地表面に接した摩擦層内とその上の層との風速差がよく分かる。

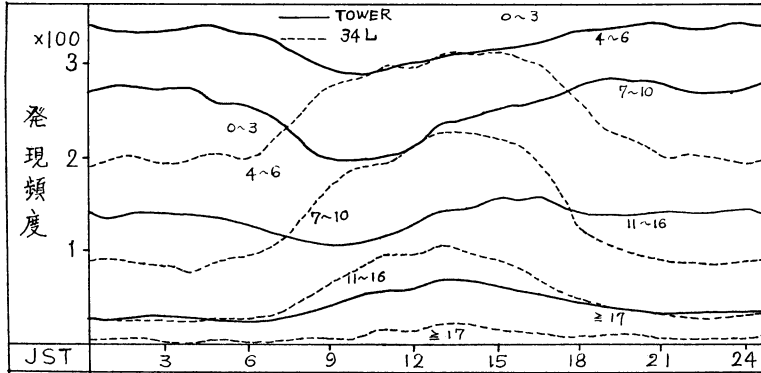
* 前掲4.3と同じ報告の中より抜粋
 ** 吉田宗徳：新東京国際空港における風の特性について、昭和52年度日本気象学会月例会「航空気象」にて発表



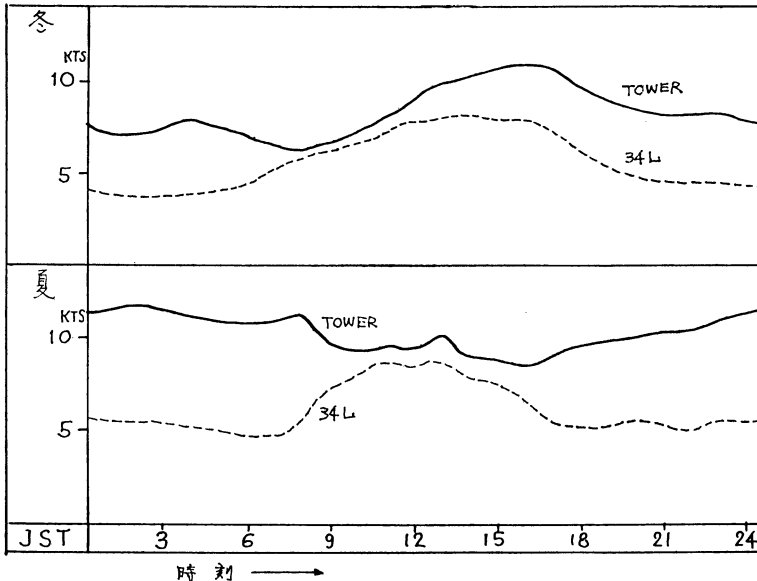
第 4.4 図 管制塔上の風の風配図



第 4.5 図 滑走路（接地帯附近）の風の風配図



第4.6図 風力階級別発現回数の累積度数分布の日変化図



第4.7図 塔上と滑走路面の冬と夏の平均風速

第4.7図は、毎正時の34Lおよび塔上の平均風速を夏（7、8月）および冬（12～2月）について示したものである。

(3) 鉛直方向の風のシャー

風は地表の粗度効果により風速が弱められたり風向も偏向するので、風の吹いているときには地表付近では常時鉛直方向に風のシャーが存在する。

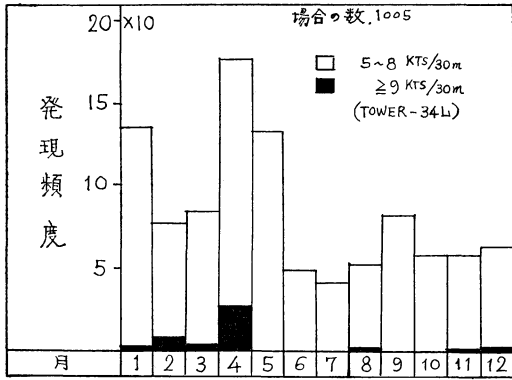
しかし、航空機の進入・着陸時に問題になるような鉛直方向の風のシャー値は、たとえば、30mの高度差で毎秒数mから10mというような大きなものである。

第4.8図は塔上との風向差が余りない（30°未満）場

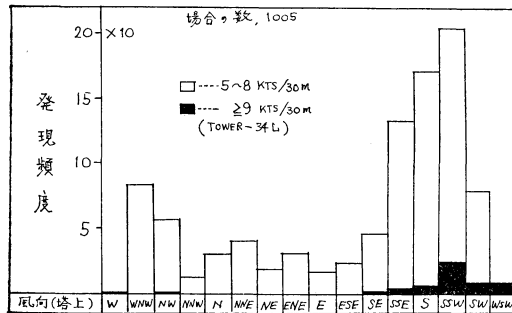
合の風速差を 5～8 kt/30m, ≥ 9 kt/30m の範囲によって月々の発現頻度を示したものである。これによると、成田空港における地上数mの範囲で起こる9 kt/30m以上の鉛直方向の風のシャーは春に多いことが分かる。

また、前図と同じようにして風向別発現頻度を示した第4.9図によれば、南南西の風向のときに多く発現していることが分かる。

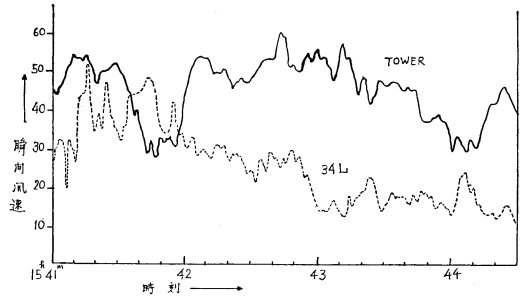
第4.10図は、1977年4月28日15時41分00秒より44分30秒まで34Lと管制塔上の瞬間風速を比較したものである。鉛直方向の風速シャーは、42分から44分までの2分間で大きく、最大値は43分42秒に45 ktとなっている。



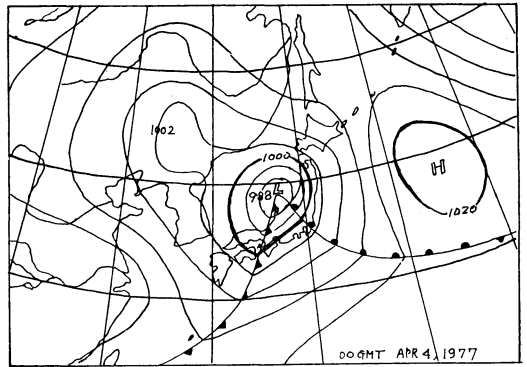
第4.8図 鉛直方向の風のシャアの値が2つの特定範囲にある場合の月別発現頻度



第4.9図 鉛直方向の風のシャアの値が2つの特定範囲にある場合の風向別発現頻度



第4.10図 南西の強風下における塔上と34Lにおける瞬間風速の自記記録の比較



第4.11図 鉛直方向の風のシャアの大きい場合の総観パターンの一例

これは、100 ftにつき24 ktの大きさとなっている。第4.12図は、この現象の発現時に最も近い日本付近の天気図であり発現時の総観パターンがよく分かる。

4.6 雲底高度に関する統計

成田空港で観測された1973年の雲量5/8以上の低い雲の雲底高度の統計*によれば、次のようなことが明らかである。雲底高度が1000 ft以下の低い雲の出現している時間は年間942時間で全時間の1割強、6~7月の292~144時間と4月の154時間が他の月に比べて多くなっているが、出現率ではそれぞれ40~20%, 21%となっており平均の2倍から4倍になっている。前者の6月は梅雨期に低く垂れこめた低い雨雲によるもの、7月は霧の上昇したものであり、後者は春の低気圧に伴う低い雨雲によるものであろう。

* 関達也, 成田の雲高に関する統計: 昭和49年東京管区気象台研究会および昭和50年度日本気象学会月例会「航空気象」にて発表

この傾向は500 ft以下のさらに低い雲にも見られるが、200 ft以下の特に低い雲については7月の霧の上昇したと思われるものと春の低気圧に伴うものが多くなっている点は注目してよいであろう。

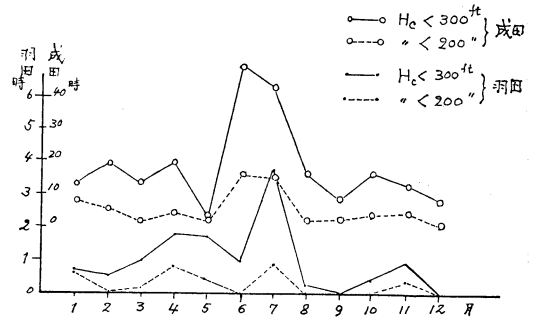
1000 ft以下の雲底の雲の最も長く継続して発現している時間は、6月の76時間、次いで5月と10月の31時間となっているが、500 ft以下のさらに低い雲になると、6月の26時間、次いで4月の19時間と半分以下になっているし、200 ft以下の極端に低い雲では4月の10時間と、500 ft以下の場合のさらに半分になっている。これで見ると、低い雲の現われ易い梅雨期や春の低気圧の発達・通過時期でも、500 ft以下の雲の発現継続は長くて1日、200 ft以下のものは10時間、1000 ftになると4日くらいと考えてよい。

200 ft以下のとくに低い雲底の雲の発現時49例の総観状況を調べたら、第4.4表のようになった。

30分以内に1000 ftの高度を切ってそれ以下の雲底高

第4.4表 シーリング 200 ft 以下のとくに低い雲底の発現回数の総観状態による分類

総 観 状 態	発現回数
深い谷（二つ玉低気圧など）	15
南岸前線帯，低気圧通過・接近等	13
日本海低気圧	4
南～南東方に熱低または台風	3
寒冷前線通過	1
高気圧の中（太平洋高気圧の縁辺）	13
合 計	49



第4.12図 低いシーリングの発現時間数の月変化

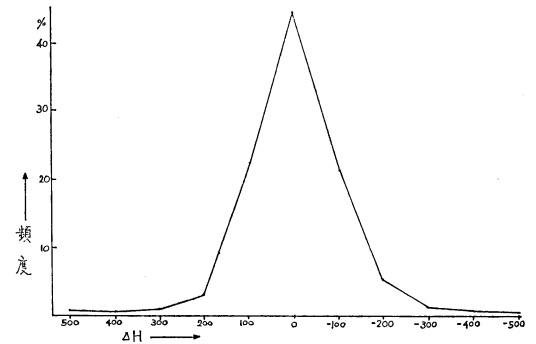
度がそれ以上に急上昇した例94例を月別に示してみると、発現回数の多い順に、7月22回、10月15回、9月13回となっている。これをさらに原因別に調べてみると、10、9月は雨雲（60%以上で霧雨は僅か13%）、7月は霧の上昇した雲（55%）となっている。

低い雲の雲底高度の急変回数を時刻別に示した第4.5表によれば、雲底の急な下降は早朝の3～6時に最も多く、次いで19～21時となっている。

200 ft 以下のとくに低い雲についての急変は、200 ft 以上より以下となった場合は22～24時の間に最も多く、3～6時の間がそれに次いでいる。また、200 ft 以上になった場合は3～7時の間で多くなっている（表省略）。

低い雲底の雲の発現している時を調べてみると、大部分は雨およびまたは霧であり、200 ft 以下のとくに低い雲の雲底は雨およびまたは霧に限られている。

第4.12図は、成田と羽田の雲底高度がそれぞれ300, 200 ft 以下という低い場合について、月々の発現時間数



第4.13図 雲高差 ($\Delta H = H_{16} - H_{34}$) 毎の全観測回数に対する割合

第4.5表 シーリングの時刻別急変回数

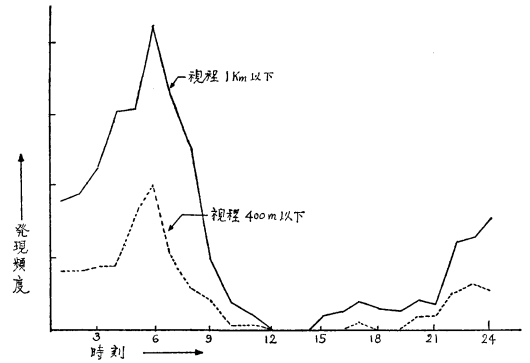
時 刻 (I)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計	
急下降	●による	2	2	3	1	2	5	1			1	1	1		3	1	1			1	2	1	1			29	
	三による	1		3	4	3	1													1	1	3	1			18	
	その他	1	1	1			1	1												1	2	1		1	1	11	
	計	4	3	7	5	5	7	2				1	1	1		3	1	1			3	5	5	2	1	1	58
急上昇	●による	1		2				1	2	2	1	2	1							1	1	1	1	1		1	18
	三による			1	3	1		1	2	4	1																13
	その他		1		1				1		1																4
	計	1	1	3	4	1		2	5	6	3	1	1							1	1	1	1	1		1	35
合 計	5	4	10	9	6	7	4	5	6	4	3	2		3	1	1			1	4	6	6	3	1	2	93	

で示したものである。これで見ると、内陸空港と海岸空港の相違がれき然としている。すなわち、低い雲底の雲の発現が羽田に比較して成田が著しく多い。暖候期とくに梅雨期から初夏にかけてその傾向が著しい。しかしながら、この季節の低い雲底の雲は、この季節の早晩に発生する霧に関連するものであり日出後には解消される。成田空港では、23時から6時までは離着陸制限が行なわれることになるのでここで述べたとくに低い雲底の雲または霧の影響は少ないものと判断している。

成田空港の主滑走路の南北に設けられた回転ビーム式シーロメータの観測結果を用いて、1000 ft 以下の低い雲について滑走路両端の同時観測の比較*を行なった。第4.13図は、水平距離で4400m離れた滑走路の北側（16R）と南側（34L）の雲底高度差の発現割合を全観測回数に対する百分率で示したものである。この図によれば、全体の10%は両者の間に100 ft以上の差があることを示している。このことは、とくに低い雲底高度の雲であるだけに着陸の意志を決定する高度すなわちデシジョンハイトとも関連し、進入着陸の際の雲底情報として一方で他方の代用のできない場合が全体の1割はあるということで、安全な進入着陸のためには、長大な滑走路の双方の側から進入着陸をする場合、一方の雲底情報だけで間に合わせようとするとははなはだ危険であると受け取めなければならない。その理由は、雲層から雲底下に出た場合その雲底高度が着陸意志決定高度に近いと、100 ftの相違は直接に安全な着陸の可否にかかわる高度差になるからである。

4.7 成田空港内の気温**

成田空港の35地点で行なった気温測定（1973年8月1日～9月4日）結果によれば、盛夏の日中は、(1)滑走路面（アスファルト舗装）上の気温はエプロン（コンクリート舗装）上の気温より高い。芝地あるいは裸地は乾燥しているときはコンクリート面よりも地表面温度が高くなることもある。気温分布は地表面温度の分布と風によって決まる。(2)滑走路面で弱い風が吹いているときには風下に行くにつれて気温が高くなる。したがって、滑走路に対して横風が吹いているときには、等温線は滑



第4.14図 霧の時刻別発現頻度

走路に平行して高温帯は風下側にずれる。滑走路に沿う風が吹いているときには、風下側の滑走路の端末付近が高温域になる。一方、夜間は、(3)滑走路やエプロン部分は周辺の草地などより冷え方がゆっくりなので、ヒートアイランドを形成する。(4)滑走路やエプロン上では夜間でも気温の逆転は起こらない。

滑走路上の気温とその周辺の芝地上の気温との比較観測から、4000m滑走路の34L接地点付近では、夏から初秋にかけては日中は周辺芝地上の気温の方が高く、夜間は逆になる。

4.8 成田で発生する霧の特性***

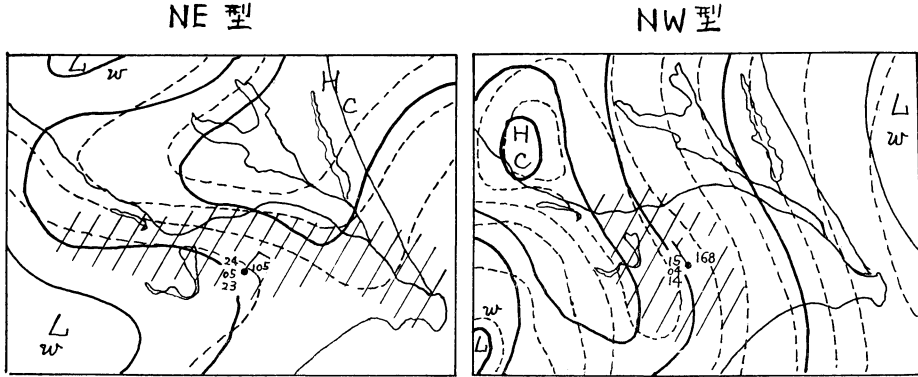
成田空港で発生する霧については、1977年の資料に基づいて調べた結果によれば次の通りである。

第4.14図は時刻別発現頻度であるが、この図から、成田の霧（視程1 km以下）は夜半前から早期にかけて発生し、ピークは日出直前の6時頃であることが分かる。季節による日出時刻の移動に伴い、晩春から夏にかけては6時より早い時間に、冬は遅い時間にピーク時が偏る。この傾向は、視程400m以下の濃い霧についても同様である。ピーク時には全体の12%は霧が発生しており、そのうちの4割は視程400m以下の濃い霧となっており、他の時間も含めての濃い霧の比率36%を上廻っている。

霧発生時の地上風を調べてみると、北東を中心として北西から南東までの風向頻度が高くなっている。この場合の風速は、全体としては6 kt以下の弱風のときが多いが、北東風のときだけは8 kt以上の強風と降雨を伴うことが多い。

成田周辺に霧が発生している50の場合の気圧配置を調べてみると、北東気流型9、太平洋高気圧前面8、北高型3、移動性高気圧の前面1、その後面4、低気圧に伴う

* 音添幸男，今泉正喜，尾崎 祥：成田空港における低シーリングの調査，昭和52年度日本気象学会月例会「航空気象」にて発表
 ** 浅見泰造：成田空港の滑走路気温について，昭和49年度日本気象学会月例会「航空気象」にて発表
 *** 久保 勉：成田で発生する霧の特性，昭和50年度日本気象学会月例会「航空気象」にて発表



第 4.15 図 霧発生時の典型的な気圧配置型

前線で25となっている。これらのことから、霧の発生には気団の縁辺で隣接気団とのかかわりの深いことが推定される。霧発生の前日、当日および翌日に降雨のあった場合は、それぞれ 43, 14 および 4 であり、合計すると全体の82%にもなり、付近に前線の存在することが要因となっていることを示している。

霧の発生には局地的要因が大きく影響するといわれているが、成田の霧が夜半から早期にかけて放射冷却効果によって濃くなることによって起こる日出前の最小視程 (VIS_{min}) は、前夜19時の摂氏の度数で示した飽差に1を加えた km 数で表わされるといわれている。すなわち、気温を T 、露点を T_d とすれば、 $VIS_{min} = [(T - T_d)_{19} + 1] \text{ km}$ となるのだが、実際に飽差 0°C に対する視程を当たってみると 800m くらいになることから、これ以下の視程となる霧は放射以外の冷却効果を伴う別の要因と考えなければならない。

第 4.15 図は、6～9月に卓越する北東気流型と10～5月に卓越する北西型の平均天気図である。それぞれ、成田の北東、霞が浦方面および北西水海道方面に局地的冷気のコアがある。これらの地域にある冷気は、霞が浦を含む水郷もしくはそれに近い利根川本流に支流の鬼怒川や小貝川が合流する比較的水分の多い地域や、管生沼、牛久沼などによって十分に湿った状態で北東風または北西風となって成田方面に流入し、地表の冷気が強化される。そのために気温傾度が大きくなって霧が発生し易くなるものと考えられている。

4.9 成田の風じん*

1971～75年に成田で発生した風じん26例の調査から、

* 外山保茂：成田の風じん，研究時報，28，No. 7-8，1976。

次のことが分かった。

風じんは、降水量が少なく植物被覆のない寒候期（1～4月）に発生している。風じん発生時の気圧配置の調査から、北西季節風の強いときに12例、または春さき日本海で発達する低気圧に吹き込む南の強風に伴って12例の風じんが発生している。このほかの2例は寒冷前線通過時に発生している。調査期間中の1973年には11回の風じんが発生したが、これは年平均の5回を2倍以上上廻った発生率であるが、この年は冬期間の降水量が極端に少なく、とくに3月の降水量は例年の10分の1くらいであった。

風じんの発生条件は、土壌が十分に乾燥していることと強風の吹送することで、成田では10～19時の間で発生し、ピークは14～15時となっている。風じんの最盛期には視程障害を起こすが、発生したものの60%弱は視程5 km 以下、47%は視程3 km 以下である。視程1 km 以下となるものは11%で、最低視程400mの例もあった。午前中に始まる風じんは長時間継続し、午後には発生するものは短時間に終止する傾向がある。

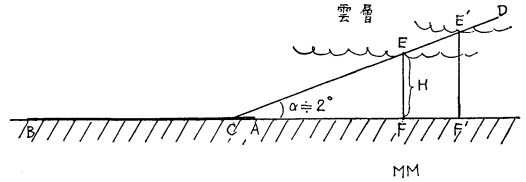
土壌が十分に乾燥（土壌の乾燥度合いは積算降水量と蒸発量で決まるものではあるが）していれば、少量の降水があっても発生には関係ない。ひとつの目安として、日量10ミリ、30ミリ程度の降水ならば2日後、4日後には風じんの発生が考えられる。

北西季節風型風じんは風速15kt以上の強風で発生し、気温の影響はみられない。これに対して、南西風型風じんは北西型より弱い風速であるが気温は 13°C 以上から発生している。そして、ガストが大きく風の乱れのエネルギーが大きくなっている。

風じんによる最低視程5 km 以下の場合について北西

第4.6表 気圧配置別最低視程（1973～75年）

視程(km)	≤0.5	≤1	≤2	≤3	≤5
北西季節風型	—	—	1	1	2
日本海低気圧型	1	1	2	1	—
その他	—	—	—	2	—



第5.1図 進入路沿いの雲底情報の説明図

季節風型と日本海低気圧型に分けると、第4.6表のようになった。すなわち、日本海低気圧型風じんのときの方が悪視程になり易い。

5. 問題になる気象条件のいろいろ

5.1 雲量と雲高に関する情報

飛行場における雲に関する情報は航空機の運航に対して必要だといわれているが、実際に運航上の要求として示されているのは、進入路（グライドパス）沿いの滑走路端末から1km くらい手前にあるミドルマーカ（MM）付近の情報なのである。第5.1図によれば、図の右側上空雲層中から滑走路に向かってグライドパス沿いに電波誘導されて進入した場合、視界をさえぎっている雲層の下に出たとき、すなわちE点に達したときのEFが問題なのである。付図ではEFはミドルマーカ-の位置に一致させてあるが、一般にはE'F'のようになる筈である。EFはデジションハイト(H)と呼ばれ、進入が正しくグライドパスに沿っている場合、着陸を執行するか復航してやり直すかの意志を決定しなくてはならない最低高度である。Hよりシーリングが低い場合は、飛行場は閉鎖され進入着陸、離陸は行なわれない。このHは、飛行場の最低気象条件の一つになっているのである。付図で左側から進入する場合は、滑走路の左側延長上のMM付近の情報が求められることになるわけである。

このような理由で、飛行場におけるシーロメータはミドルマーカ-付近に設置するように勧告されている。

低い雲の雲量と雲底の高さに関するMM 付近の情報が、航空機の安全な着陸に必要なことは上に述べたことから明らかであるが、実際の雲ははっきりとした底を形成しているとは限らないし、雲量もまた変化に富んでいる場合があり、このような変化こそ有効な情報というべきであろう。実用上有効な変化量の通報基準の設定が必要といわれているが、有効性がどのくらい継続するかという点に関し問題があるので国際的な通報基準は決められていない。

5.2 飛行場の規模と設置すべき測器の最低数

広大な飛行場領域を持つ大空港では、複数の気象測器

を設置して観測を行なっているところが多い。羽田と成田（第1期工事で完成した領域のみ）に現在設置されている測器の展開状況については既に述べたところであるが、これらは、飛行場の規模に対応した測器の設置基準がありそれに従ったというものではない。国際的にはこのような設置基準はなく、飛行場の規模と設置すべき測器の最低数や最適設置場所の選定には、運航上の要求を満たし運航上望ましい精度が達成されるよう配慮すべきであるとされているだけである。

この項で問題になるのは、具体的には風の測器に関することなのだが、航空機の進入着陸に際して、進入路沿いから始まって接地帯、滑走帯などの各段階の風の情報が必要なのである。地表付近の風は複雑で、進入、着陸、滑走の各段階で異なることが予想されるが、実際には運航上重要な滑走路もしくはその延長上には風のセンサーを置くことができない。したがって、滑走路周辺の種々の地点と滑走路もしくはその延長進入路沿いの運航上重要な部分との間の風の相違を見きわめておく必要がある。

5.3 風の観測の平均期間

進入着陸の際に必要なとする風の情報は運航上の要求を満たすものでなくてはならないが、前項でも述べたように、地表付近の風は複雑で変化に富んでいるのでその特性を正確に表現することは難しい。運航上最も重要と考えられているのは接地帯付近の接地時における風の情報であり、それらの刻々の変化がコックピット内で得られることが理想である。しかし、現状では2分間平均値を用い、風向・風速に顕著な変化のある場合は過去10分間の変化を通報基準としている。

5.4 RVRの観測値

RVR*というのは滑走路視距離のことで、滑走に入る前の航空機上のパイロットが接地点で滑走方向を見たとき滑走路または滑走路を示す特定灯火または標識を認め

* Runway Visual Range

ることのできる最大距離と定義されている。RVRの測定には透過率計が用いられるが、成田では基線の長さは国際標準の75mを採用している。

RVRの測定値については、その代表性が乏しいためにその測点の現行基準は滑走路の接地帯と中央部分の3カ所となっているが、これでも運航上の要求は十分に満たされていないとして、たとえば、滑走路の互い違いの側に複数のRVR測定装置を設置する案や霧のかかり易い側の接地帯に重点的に設置する案などが示されているが、観測の問題は複雑で規定化は現段階では困難とされている。また、RVRの測定の平均時間は30秒～1分と決められている。

5.5 斜め視程（斜め視距離）

航空機が安全に着陸するには、下層大気の見透しがどのくらいあるかの情報がきわめて重要である。ふつう、視程というのは地上に立った観測者が水平方向に見通せる距離をいうのだが、実際には、地上にあらかじめ距離の分かっている目標物を決めておいてそれらの目標がどこまで視認できるかによって視程何kmと決めているのである。また、悪視程下の細かい変化は透過率計で大気の透過率を測定し、これから滑走路の視距離に換算（自動的に）したものを指示させて視程に代用している。

ところが、運航上の要求は、いうまでもなく滑走路に向かって進入のため降下継続中の航空機が滑走路の輪郭や着陸帯付近の諸種の標識を視認できるかどうかが問題で、もし測定が可能ならば、斜め視程または斜め視距離こそ運航上の要求に合致した情報といえるわけである。

CAeM*の作業委員会が1974年に出した結論では、もし斜め視距離と関係する空間に特定目標点が定められるならば、観測システムの開発に何らかの進展が期待されるであろうとの考えが明らかにされている。CAeMの作業委員会から提案されたこの問題はICAOの航空委員会から全天候運航パネルに付託され、パネルは次の見解を示した。すなわち、運航上の要求を完全に満たすには、(1)地上指標が明らかに認められる高さ、言い換えれば視認高度(contact height)と、(2)降下継続中この関係(指標が明白に認められるという)が維持される角度(degree)という2つの基本的概念をもとにして、30m範囲内にある進入燈の5つのライトバー(light bars)に相当する地上部分(約120m)を最小限視認できかつ視認し続けられる高さを決め、この情報を到着機に通報す

ることであると考えていて、斜め視距離に関するRVR装置の開発に努力を続けるよう要請した。

5.6 風の鉛直シャワー

風の鉛直シャワーは、乱気流や着氷などと同じように航空機の安全運航にきわめて大切な情報であるが、今のところ地上で観測することができず、パイロットの報告によってのみその存在が分かる現象なのである。

風の鉛直シャワーは、航空機の離着陸に際して重要な情報であることが最近のICAOの各種会議で強調あるいは確認されている。パイロットの立場からは、この風の鉛直シャワーも含めてもっと一般的に離・着陸段階における飛行経路沿いの風の顕著な変化に関する情報が必要であることが明らかにされ、しかも、シャワーの最大値は60m以上の高さで発生することが多いことが分かってきたので、少なくとも最大値の出る高度をカバーするような通報方式に改めることが検討されている。

このような背景から、ICAOとWMOは、風の鉛直シャワーと風の顕著な変化の現象を測定し得る装置および有効な通報方式や手続の開発のためグライドパスおよび離陸飛行経路沿いの風の鉛直シャワーと風の顕著な変化に関する研究を続けるよう各国に要請している。

5.7 航跡乱流

航空機の大型化と離着陸の過密化と共に、空港における航跡乱流(wake turbulence)の問題がクローズアップされた。航空機の大型化はエンジンの高出力化と関連し、その航跡に乱流を発生させ、ある種の条件下ではそれが持続される可能性も考えられている。

羽田空港の例では、1日(6～23時)に約450便くらいの離着陸がある。これは平均して2分16秒に1機の割合になる。したがって、ラッシュ時には1分数十秒の間隔しか置けない場合がある。これが過密ダイヤといわれるものの実態なのである。成田の場合でも離着陸合わせて1日300便くらいにはなり、ラッシュ時間隔は2分くらいになるであろう。

航跡乱流の存在、持続性およびその動きに関する情報は離着陸間隔を決定する上に重要であることが国際会議の席でも指摘され、その観測・通報業務の導入が議論されているが、それにはその発生・持続の気象学的条件についての研究がさらに必要であるとされている。

5.8 顕著な気温逆転

地表付近を航行する航空機の性能を著しく低下させる原因のひとつに、飛行経路沿いに気温の急上昇をもたらすような気温の逆転のあることが知られている。このよ

* Commission for Aeronautical Meteorology, 航空気象委員会(WMO)

うな事実に基づいて、IATA*やIFALPA**では運航上の暫定要求として地上300mまでの間の顕著な気温の逆転の存在またはその予測についてパイロットに提供されることを求めている。

この項の中に高温時の航空機のエンジンの推力低下の問題を含めるならば、成田空港には次のような問題がある。成田空港の管制空域の設定に際して、航空自衛隊百里基地との空域分離の際北側に十分の広さの空域が確保されなかった。高温時に北へ向けて離陸の際その境界（利根川上空）までに十分の高度取得ができない恐れがあるということである。調査の結果、成田で地上気温が30°C以上で北寄りの風5kt以上の場合は稀であり、高温時には南へ向けての離陸が主で問題のないことが分かった。

6. おわりに

航空機の着陸をより安全に行なうためには、乗員の操縦技術の向上を計ることと着陸援助施設の信頼性を高めることが必要だといわれている。

また一方、悪天候を克服しどんな天候の許でも着陸できる（これを全天候着陸という）ような研究が進められている。全天候着陸に関連して、気象サービス面では斜め視距離や風の鉛直シヤアの観測通報およびこれらの短時間予報などが要求されている。

全天候着陸（all weather operation）の研究の最も進んでいるのはイギリスであるが、ICAOでは自動化の進み方を第6.1表のように5つの段階に分けて逐次その完全な実施の方向をみざしている。

世界各国の主要空港では、ILSを用いるときの最低気象条件はカテゴリーIに該当するところが多く、一部カテゴリーIIを認めている空港もある。わが国でも東京、大阪を初め主要空港はカテゴリーIであるが、成田空港ではカテゴリーIIで運用される（事情があってその実施は54年1月1日からとなりそうである）。

全天候着陸の達成には、RVRの観測精度を上げ、斜め視距離、鉛直シヤア、ガスト、乱気流などの刻々の変化を通報することが要求される。代表性の乏しい要素については観測場所を多くする必要もある。ここで要求さ

第6.1表 全天候着陸の自動化カテゴリーの内容

カテゴリー	進入限界高度 (D. H.) m	滑走路視距離 (RVR) m	パイロットが目視で行なう操作
I	60	800以上	接地、滑走、停止 ロールアウト
II	30	400以上～ 800未満	地上走行、パーキング
III A	0	200以上～ 400未満	ロールアウト*、 地上走行、パーキング
III B	0	50以上～ 200未満	地上走行、パーキング
III C	0	50未満	パーキング

注) ロールアウト：飛行場における滑走・地上走行以外の航空機の移動、例えば格納庫からエプロンへ、エプロンから誘導路へ又はこれらの反対の移動などをいう。

れている要素はいずれも代表性が少なく、その測定方法の確立していないものもあるし、たとえ測定が可能であっても、これらの情報を着陸のために進入中の航空機に伝達することが問題であろう。パイロットは着陸のための最終進入時が最も多忙で、多くの気象情報を受領してもそれらの情報を瞬間的に選別判断して着陸操作に役立てることは困難であろう。

したがって、これからは、これらの情報を操縦席に自動表示するとともに自動着陸装置の作動プログラムに組み入れられ、必要な操縦修正が自動的に行なわれるような研究が進められねばならないであろう。

全天候着陸のカテゴリーが進むに従って最低気象条件が引き下げられることになるので、着陸予報の精度を向上させることが要求される。現在日本で行なわれている着陸予報は傾向型といわれるもので、飛行場の現況を示す気象一報に引き続き今後2時間の間に現況がどのように変化するかを予想して変化傾向として表現したものである。現況からの変化は、要素別に一定基準を越えるものを表現することになるが、その基準は航空機の運航に影響を与える変化量として運航上の要求より決定されたものである。

これらの変化は中・小規模のじょう乱に伴うもので、その予報技術はまだ確立されていないが、航空気象の現場の要求は既にここまできているので早急に何とかしなくてはならない問題である。

全天候着陸で差し当たり重要なのはRVRであり、観測通報のきざみについて低い値についての運航上の要求を満たすにはまだまだ観測技術の向上が必要である。

* International Air Transport Association (国際航空運送協会)
 ** International Federation of Air Line Pilots' Associations (国際定期航空操縦士協会連合会)
 *** 日本では150mと75mが基線長として用いられている
 **** 西独製スポログラフ(透過率計)はクセノンランプに発生させる尖頭出3力億cdのパルス光を用いている

RVR 800mまでは30~60mきざみ、800m以上は100mきざみというのが当面の目標であるが、低いRVRの値のときのきざみを細かくとるためには基線長***を短かくすることや、投光するパルス出力****アップなどが必要である。

全天候着陸の 카테고리Ⅲ段階になれば、RVRの10分くらいの短時間予報が要望されることになるであろう。このような現象は微小規模であるから、中・小規模予報である着陸予報よりはさらに困難であろうが、現象の本質を正確に把握することができれば対応策は見出せるのではないかと考えられている。

風の鉛直シアー、言い換えれば上層の風と下層風とのベクトル差は、地表面に近い大気の下層ではいつも存在しているがふつうはそれほど問題にはならない。しかし大きな鉛直シアーの存在する場合には、進入着陸に困難することがある。着陸の際の航空機事故のうちには、大きな鉛直シアーが最終進入路であるグライドパス周辺の高度数十mの範囲に存在しそれが大きく関与したと思われるものがあり、この鉛直シアーを定常的に観測する測

器の開発を奨励したり、あるていど以上の鉛直シアーの存在を確認できた場合それを着陸するために進入中のパイロットにどのようにして伝達すべきかなどということが国際的に議論されているのが現状である。

低層の鉛直シアーが航空機の着離にどのように影響するかは、航空機の応答（レスポンス）の問題であって機種によっても飛行姿勢によってもまた操縦の仕方によっても異なり、簡単ではない。

大きな鉛直シアーは他の悪天現象と共存して発現することが多く、その影響は、たとえば悪視程や乱気流を伴う場合に特に大きくなる。従来は、他の悪天現象の影響だけが強調され鉛直シアーの影響は過小に評価されて見逃されることが多かった。

航空機の発達、空の交通ラッシュに伴って、少々の悪天でも着陸を強行するような傾向が世界的にある。鉛直シアーが関与したと思われる進入着陸時の航空機事故が報告されるようになったので、その影響が最近とくに強調されるようになった。

気象学会および関連学会行事予定

行 事 名	開 催 年 月 日	主 催 団 体 等	場 所
WMOシンポジウム「成層圏成分の変化に関する地球物理量の状勢とその影響」	昭和53年9月26日~30日	WMO	トロント（ヨーク大学）
月例会「高層気象」	昭和53年9月28日	日本気象学会	気象庁
第15回自然災害科学総合シンポジウム	昭和53年10月20日~21日		九州大学記念講堂
気象衛星データの学術利用に関するシンポジウム	昭和53年11月3日~5日		気象庁 学士会館分館
昭和53年度日本気象学会秋季大会	昭和53年11月14日~16日	日本気象学会	宮城県民会館
第25回風に関するシンポジウム	昭和53年11月28日		東京大学宇宙航空研究所 本館講堂
第1回南極気水圏シンポジウム	昭和53年12月5日		国立極地研究所
構造物の耐風性に関する第5回シンポジウム	昭和53年12月上旬	日本気象学会	気象庁