

大震火災延焼に関連する気象環境の解析的研究

奥 田 穰
気 象 研 究 所

Analytical Study on the Meteorological Environment for the Spread of the Fire caused by Destructive Earthquake

By

Minoru Okuta

Meteorological Research Institute, Tokyo

Abstract

This work is a part of "The study on the meteorological environment for the spread of the fire caused by destructive earthquake which is charged by the Meteorological Research Institute in the synthetic study on the nature of the spread of the fire caused by destructive earthquake.

This study is divided into two parts as follows:

- (1) Reinvestigation of the relation between meteorological environment and the nature of the spread of fire at the time of the past great fire.
- (2) Clarification of the relationships between meteorological environment and the spread of fire at the time of great fire in southwestern part of Tokyo as a main subjective area.

In part (1), in collaboration with the Fire Research Institute, we reinvestigate in detail on the recent five great fires as follows: in Shinguu City in Wakayama Prefecture on 21st Dec. 1946, in Fukui Prefecture on 28th June 1948 which was caused by a destructive earthquake, and then in Iwanai in Hokkaido at the time of typhoon passing by in Sept. 1954 and in Ōdate City in Akita Prefecture in May 1955 and in Aug. 1956.

In part (2), we analyzed the spread of fire at the time of air-raid fires in Tokyo by using the charred trees and electric poles which are good indicator of the wind direction at the scene of fire as stated by Drs. T. Kimbara, S. Suzuki and H. Hatakeyama. And we search for days in the period of 1943-44 that have a similar pressure pattern in Far East Asia and its change and have a similar tendency of weather, particularly in change of wind direction, at Tokyo Meteorological Observatory at the time of the air-raid fire. And then, the streamline analysis is done for such similar days with the aid of wind data which were observed by using the streamer at many elementary schools in Tokyo in the period of 1943-44.

Results of our study are summarized as follows:

1. Nature of the spread of fire at the time of great fire is affected by meteorological environment.
2. Especially wind direction at the scene of fire has influence on the nature of the spread of fire.
3. It is very important for the prevention of the spread of fire to grasp details of the blowing natural wind system and its change over the burning area and its circumstance.
4. Occurrence of tornado near the scene of fire is found only in special atmospheric conditions.
5. Above described matters are also important for the prevention of the great fire caused by destructive earthquakes.

1. はしがき

表記の研究は、科学技術庁特別研究促進調整費による総合研究「大震火災延焼性状に関する研究」の一環として気象研究所が担当した、「大震火災延焼に関連する気象環境の研究」の1部である。

本研究は次の2テーマに分かれる。

(1) 過去の地震大火および通常大火の延焼性状に関する追跡調査

(2) 東京南西部を主対象とし、大火災時の延焼性状と気象環境との関係を明らかにする。

このうち、(1)については、昭和21年12月の南海道大地震時の和歌山県新宮市大火、昭和23年6月28日福井地震大火、普通大火として、昭和29年9月洞爺丸台風通過時の北海道岩内大火と昭和30年5月および31年8月の秋田県大館大火について、消防研究所と共同で詳細な追跡調査を実施した。

(2)については、消防研究所を通じて東京都および神奈川、埼玉、千葉の3県の消防署による観測資料を収集し、それによって、現在の市街地構造との関連の下に南関東における関係を解析する。東京大空襲時の延焼性状と気象との関係を解析調査するという2通りの方針をたてた。しかし、種々の都合で、消防署資料の収集が東京都のみに、しかも半年分の資料しか得られなかったため、(2)については、東京大空襲時の延焼性状と気象との関係にしばらくして研究が進められた。

以下、研究成果の概要を報告する。

2. 追跡調査

気象の立場からと、調査過程に気付いた、地球物理学的な立場からの大地震対策上重要な事項について述べる。

2.1 新宮市および福井地震大火

2.1.1 新宮大火

新宮大火は昭和21年12月21日04時19分南海道大地震の発生による市街地中心部の家屋倒壊によって発生した。当時の気象条件は、数日來の西高東低の冬型の気圧配置で、新宮地方は乾燥しきっていたが、当日は図-1に示すように、西高東低の気圧配置がくずれて日本海側に前線が発生し、紀伊半島東部は小高圧部となって、ほと

んど無風状態であった。

新宮市は熊野川河口に発達した市で、洪積台地と深い沖積層とが複雑に入り組んだ地盤の上に作られ、消防力の基幹となる水道本管は、洪積台地と沖積層との境界で切断され、井戸水や泉水が消防用水の主体となった。幸いにもほとんど無風の状態で、熊野川の川風をも含む、弱い海陸風循環があったようで、海陸風の交替のまにまに中心から拡大していったようである。

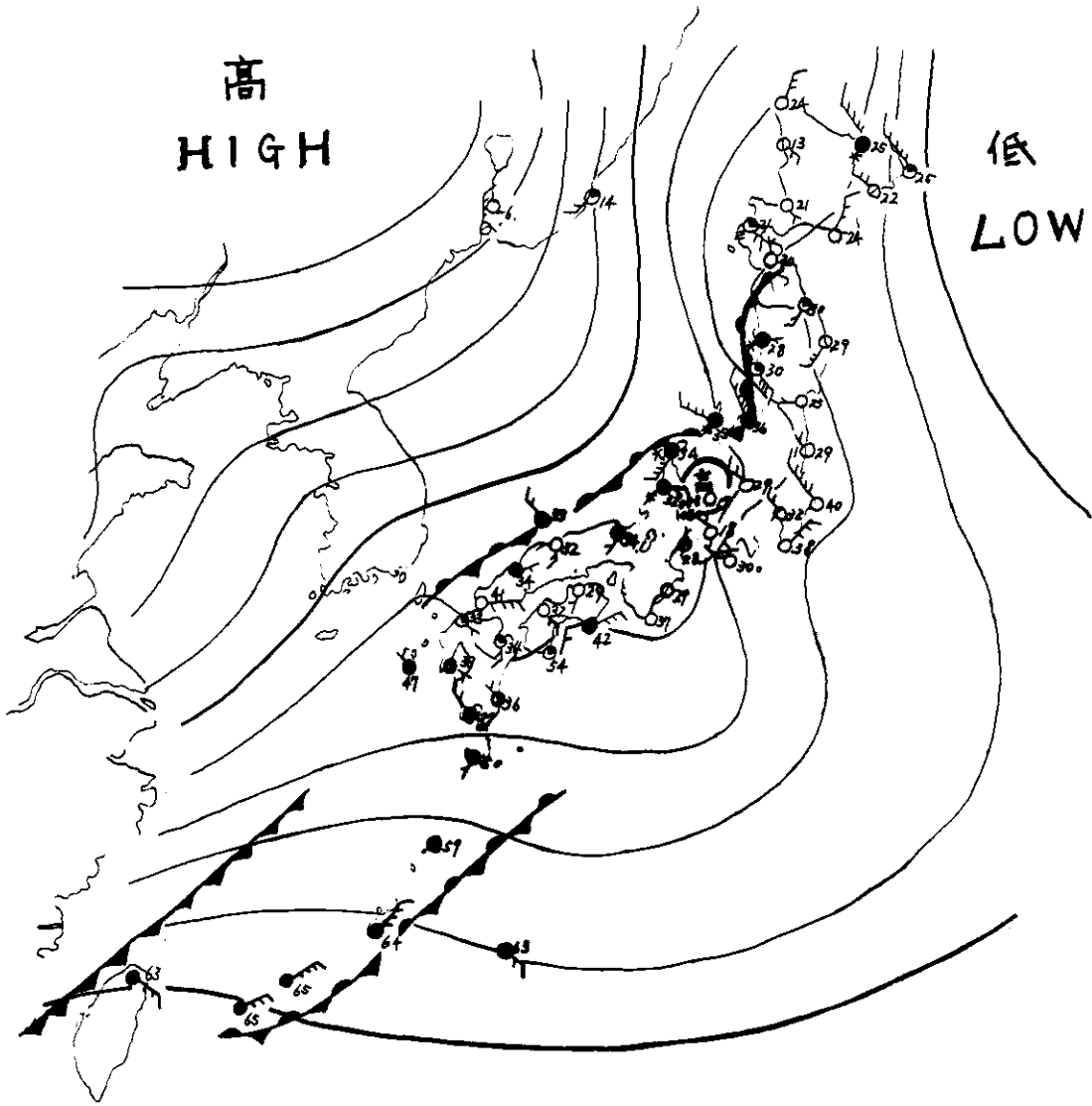
熊野川の川原に罹災者の多くは避難していたが、夕方（時刻は明らかでない）旋風が発生し、河口側から熊野神社方向に走った。地元の人々は「たつまき」といっているが、直接おそわれた人達の記憶に残っているだけであること、「たつまき」による被害のようなものはなかったことから、旋風とみなした方が良いと考えられる。旋風の発生位置は図-2に示すように、火災焼失市街地に隣接した熊野川の川原である。なお、旋風の発生は大火の終末時期である。

発生時刻と発生位置から見て、この旋風の発生は海陸風の交替時期にあたり、冷気の前線が焼失市街地周辺に達したころと考えられるので、大火による熱によって下層大気が不安定化しているところに、冷気が到達し、旋風が発生したものと考えられる。新宮市は山が迫り、熊野川は谷が深くっており、新宮市の付近で開けていることから、以上のような推定をしたのであるが、当日夜、新宮地方は雨となっている。終戦の混乱期にあたり、高層観測資料もないので、以上のような推論にとどめる。

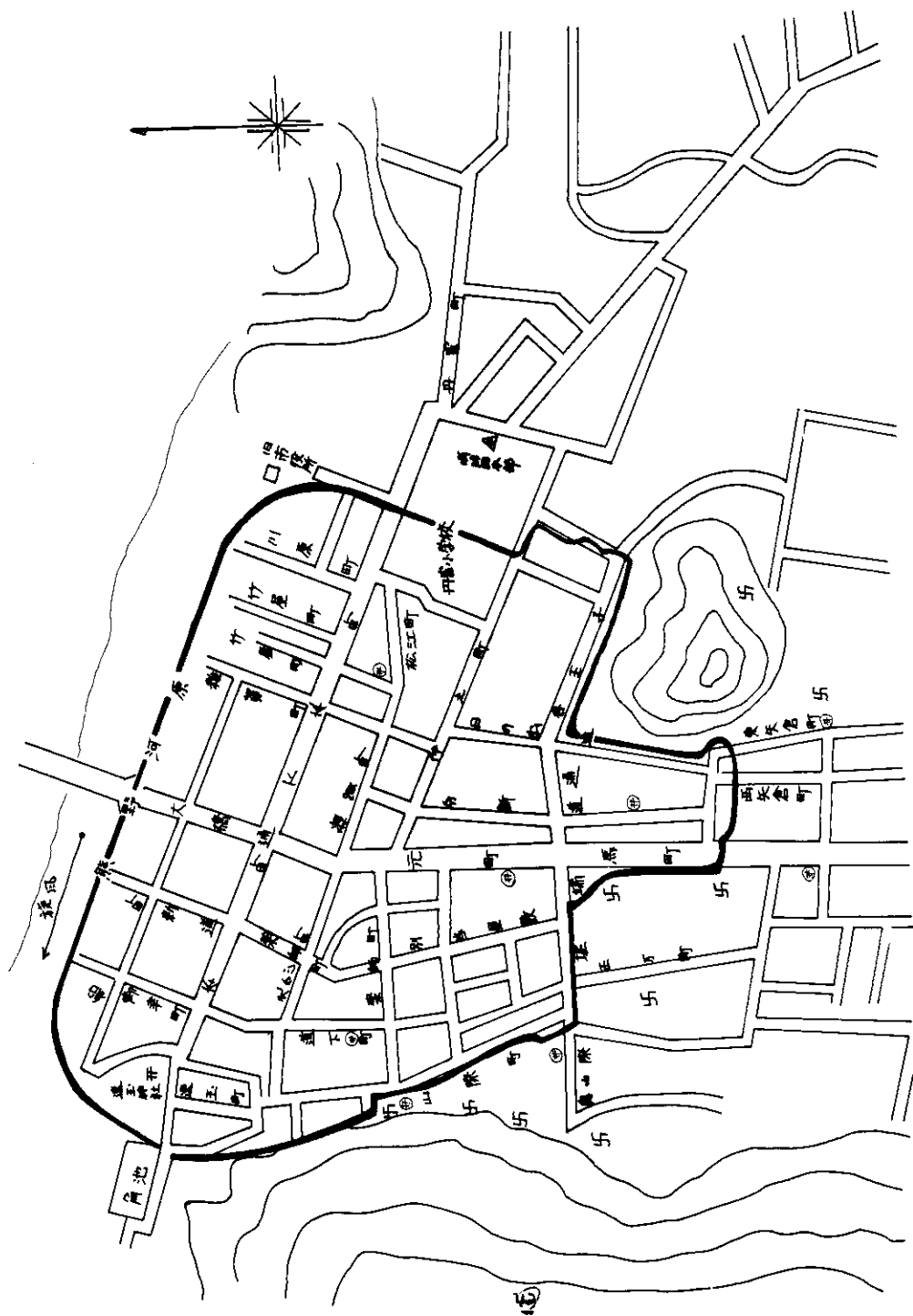
〔地盤と家屋倒壊率〕

気象からはずれるが、新宮市の家屋倒壊状況を沖積層の深さの分布と対応させて見ると、そこに非常によい対応がある。そして、沖積層が深く、軟弱地盤のところは水害常習地帯でもある。

沖積層の厚さの分布と家屋倒壊率分布との関係は、関東大震災以後諸家によって明らかにされていることであるが、その成果は、新宮市のその後の市街地構成状況や、その後追跡調査した福井地震の激基地帯のその後の復興計画にも、あまり取り入れられていない。大震火災の延焼による被害の拡大、激甚化を防ぐ目的のために、われわれの



図一 1 昭和21年12月21日03時地上天気図



図一 2 北海道地震の際の新宮市の焼失地域と旋風の発生位置

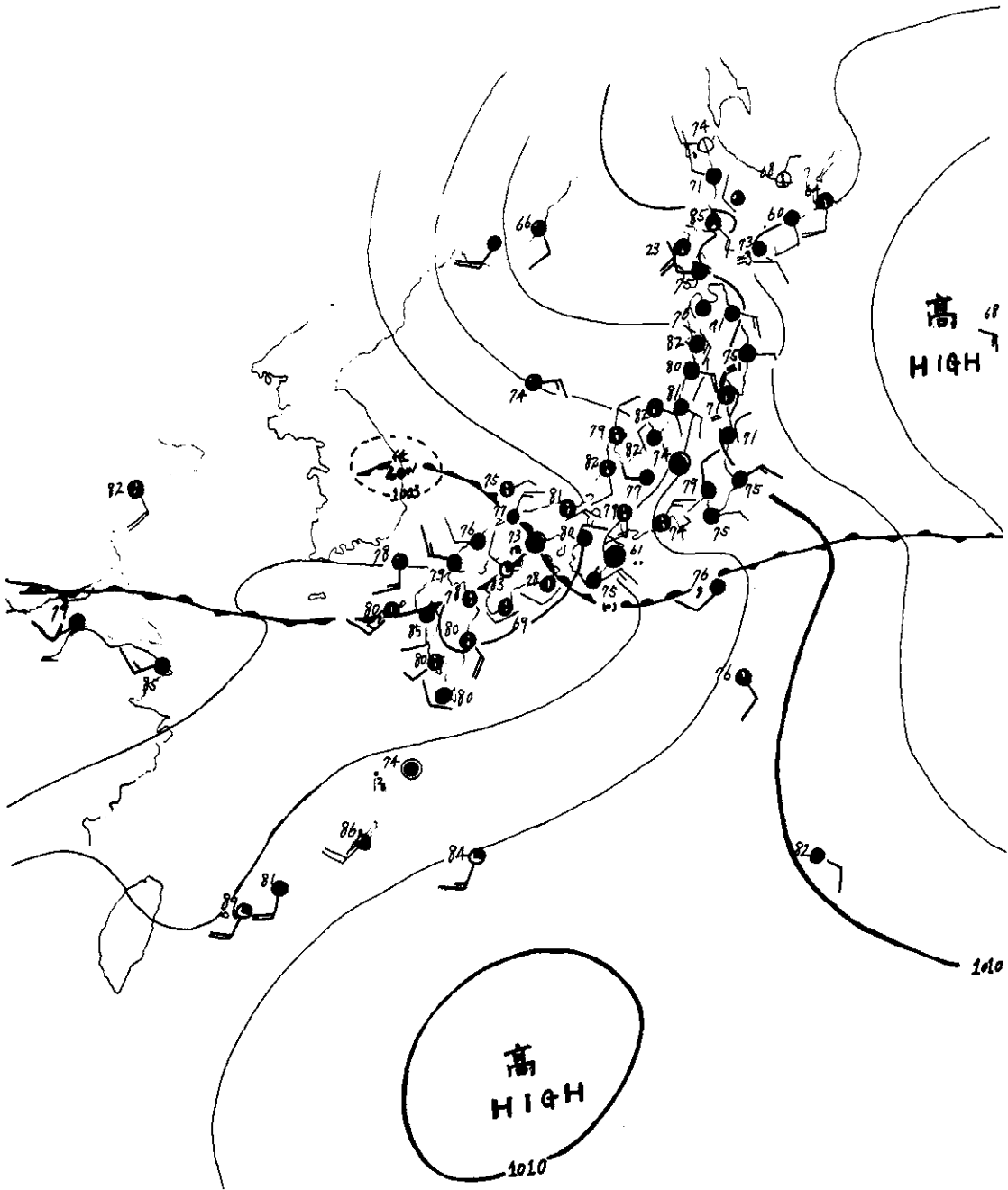
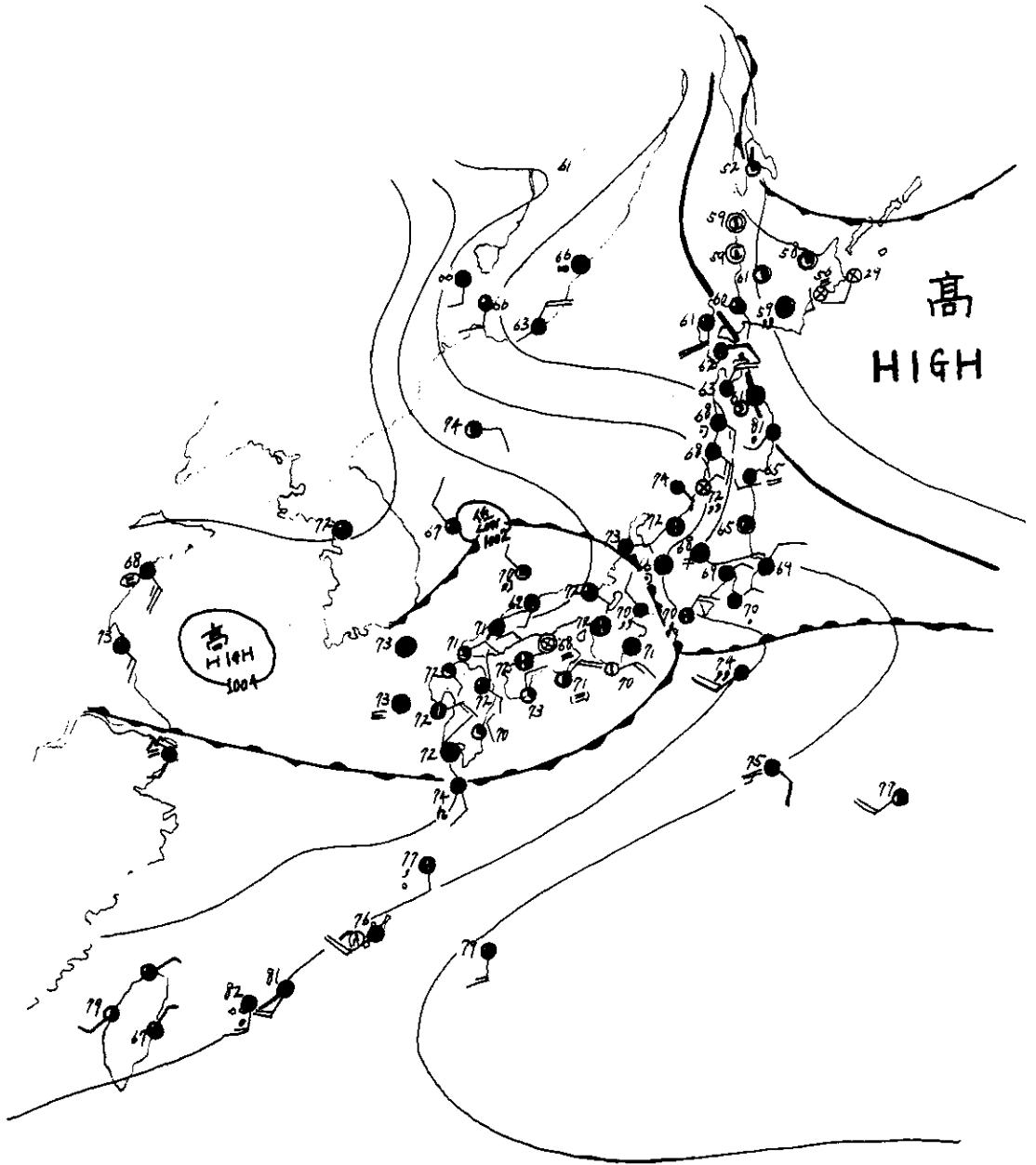


図- 3 昭和23年6月28日21時の地上天気図



図一 4 昭和23年6月29日03時の地上天気図

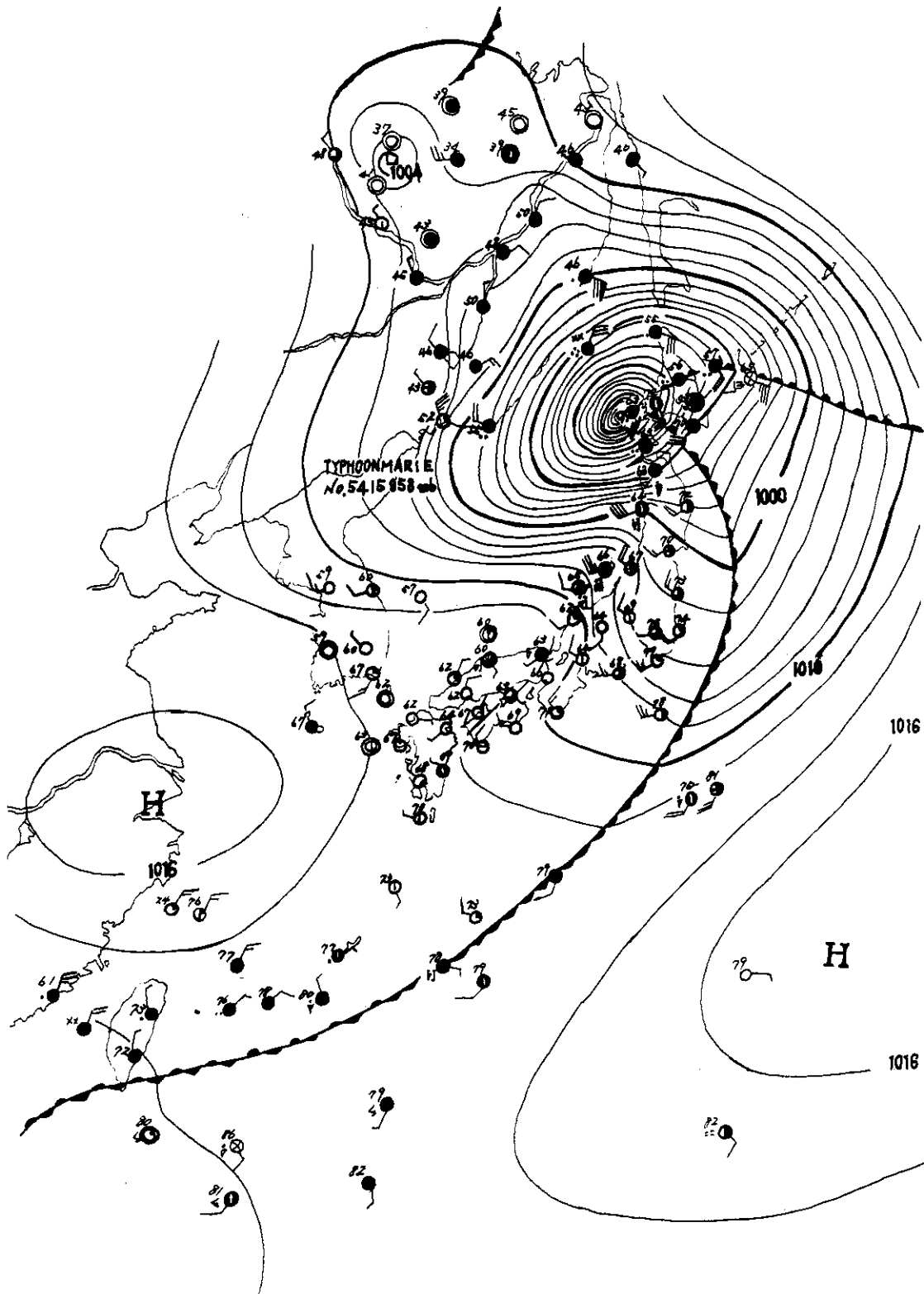
表一1 昭和23年6月28日福井地震大火前後の気象略表

	気 温		風 向		風 速		降 水 量		水 蒸 気 張 力		湿 度 (%)						
	6h	14h	6h	14h	6h	14h	22-6	6-14	6h	14h	22h	6h	14h	22h			
6月26日	23.9	26.4	23.2	24.5	27.4	22.0	平均最高最低	計	22-6	6-14	14-22	22-22	22-22	22-22			
福	27	22.4	27.6	23.8	24.6	28.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	15.4	14.8			
井	28	21.9	28.6	24.2	24.9	30.0	21.1	0.0	0.2	-	0.2	16.9	14.1	18.5			
29	22.4	29.8	23.0	25.1	30.7	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	15.9	18.6			
6月26	23.8	24.8	22.5	23.7	25.9	21.2	0.0	0.5	0.5	15.6	14.9	14.1	71	64	70		
教	27	21.8	25.9	21.5	23.1	26.4	20.8	0.4	0.5	0.2	1.1	1.50	1.4.3	1.52	77	58	80
賀	28	20.6	26.6	24.1	23.8	27.4	20.4	1.3	0.3	0.0	1.6	1.54	1.67	1.61	85	64	72
29	22.9	27.4	22.4	24.2	28.7	21.1	0.0	0.1	0.2	0.3	1.67	1.7.8	1.8.3	80	65	91	
6月26	21.4	27.8	23.4	24.2	27.9	20.3	0.0	0.0	0.0	15.5	17.1	17.8	82	62	83		
金	27	21.7	28.7	23.4	24.6	29.4	21.1	0.1	0.0	0.1	1.7.5	1.8.2	1.7.8	91	62	83	
沢	28	21.8	28.8	23.3	24.6	29.9	21.4	0.5	0.0	1.0.6	1.14	1.74	2.0.6	1.9.2	90	70	90
29	22.5	24.4	22.7	23.2	28.4	21.3	1.3	0.2	-	1.2	1.9.0	1.9.4	1.8.0	94	86	88	

表一-2 昭和29年9月、洞爺丸台風通過時の寿都及俱知安の気象観測表

日 時	寿 都										俱 知 安									
	基 準 面 気 圧 mb	気 温 ℃	蒸 気 圧 mb	湿 度 %	風 向	風 速 m/s	降 水 量 mm	現 在 の 天 気	全 雲 量	雲 形	日 時	基 準 面 気 圧 mb	気 温 ℃	蒸 気 圧 mb	湿 度 %	風 向	風 速 m/s	降 水 量 mm	現 在 の 天 気	全 雲 量
26 09	1004.4	13.1	13.5	89	SSW	2.6	●	10	Ns,Fn	26 09	1005.5	12.1	13.2	93	NNW	2.4	1.8	●	10	Fn,Fs
10*	1002.3	13.4		96	SE	5.7	●	10	Fn	10*	1003.6	12.0	13.9	99	NNW	1.5	1.6	●	10	Fn,Fs
11*	998.9	14.3		96	SSE	11.8	●	10	Ns,Fn	11*	1000.8	13.7	13.3	85	NE	3.8	0.5	●	10	Fn,Fs
12	995.2	15.0	16.0	94	SSE	15.0	●	10	Fn,Ag ^s	12*	997.2	15.7	13.9	78	SE	8.0	0.0	◎	10	Fn,Fs
13	991.9	16.7	16.6	88	SSE	15.3	●	10	Fn,Ag ^s	13	993.2	16.8	14.5	76	SE	11.3	0.0	◎	10	Fn,Fs
14	987.0	16.7	17.0	89	SSE	20.8	●	10	Ns,Fn	14	989.0	17.3	15.4	78	SE	15.7	0.0	●	10	Fn,Fs
15	985.5	17.7	18.7	92	SSE	16.3	●	10	Ns,Fn	15	986.3	18.0	16.4	79	SE	18.0	0.0	●	10	Fn,Fs
16	982.4	18.4	19.8	94	SSE	20.8	●	10	Ns,Fn	16	983.9	18.0	17.6	85	SE	20.1	0.5	●	10	Fn,Fs
17	979.3	20.7	21.3	87	SSE	12.5	●	10	Ns,Fn	17	980.8	18.7	18.5	86	SE	20.5	0.0	●	10	Fn,Fs
18	976.0	20.4	22.3	93	SE	23.6	●	10	Ns,Fn	18	980.2	20.0	20.9	90	SSE	14.5	3.3	●	10	Fn,Fs
19	974.1	21.8	20.6	79	SE	18.7	◎	10	Ns,Fn	19	976.2	22.4	18.8	69	SSE	18.8	1.5	●	10	Fn,Fs
20	964.3	21.6	16.8	65	SSE	37.6	○	2	Fs	20	973.5	21.4	16.0	63	S	20.4	0.7	◎	8	Fn
21	965.0	17.4	18.9	95	SSE	33.7	●	10	Ns,Fn	21	970.9	19.4	15.1	67	S	23.9	1.4	●	9	Fn
22	966.3	17.3	18.1	91	S	23.6	●	10	Ns,Fn	22	970.6	17.3	15.1	76	S	19.3	0.5	●	10	Fn,Ns
23	972.4	17.8	20.0	98	SSW	22.0	●	3	Fs	23	973.3	15.3	14.5	83	S	20.2	0.4	●	9	Fn
24	983.4	12.8	12.9	87	SW	28.9	●	10	Ns,Fn	24	977.5	13.6	12.9	83	SSW	19.9	0.4	●	5	Fn
27 01	990.0	11.8	12.1	88	WSW	20.5	●	10	Ns,Fs	27 01	985.6	10.8	11.9	92	WSW	25.1	3.0	●	9	Fn
02	995.7	11.2	10.3	78	W	17.3	●	10	Ns,Fn	02	992.8	10.2	10.8	87	SW	22.2	3.2	●	10	Fn
03	997.3	11.0	10.7	82	W	13.7	●	10	Ns,Fn	03	997.2	10.2	10.7	86	WSW	11.5	2.4	●	10	Fn
04*	1002.1	10.9		83	W	10.8	●	10	Ns,Fn	04	1000.4	9.7	10.6	88	W	2.4	0.7	●	10	Fn
05*	1003.3	11.4		82	W	9.8	◎	10	Cb,Fn	05	1002.8	9.6	10.2	86	W	4.8	0.2	●	10	Fn
06	1004.7	11.8	11.5	83	W	9.4	◎	10	Fn	06	1004.4	9.7	10.3	86	W	2.8	0.3	●	10	Fn
07*	1005.6	12.5		76	W	11.5	●	10	Fn	07	1005.7	10.0	11.3	92	—	0.4	0.7	●	10	Fn
08*	1006.5	13.8		73	W	10.8	●	10	Fn	08	1006.8	11.4	11.2	83	WSW	6.3	0.2	●	10	Fn
09	1007.4	14.6	11.3	68	WSW	10.5	⊕	7	Cu	09	1007.9	12.7	11.1	76	W	5.9	0.1	●	10	Fn

大層に於ける都市防災に資する実況(記載)



図一 5 昭和29年9月26日21時の地上天気図

本研究は必要であるが、都市計画のなかに、先人の研究を基礎とした防災都市計画がまずあってしかるべきであろうという感を深くする。

2.2 福井地震大火

福井地震は昭和23年6月28日午後4時13分31.5秒福井県丸岡町と森田町の中間を震央として発生した。地震による家屋被害の激甚を極めたのは、いずれも九頭竜川と竹田川の作った厚い沖積層地帯である。

当日を中心とした気象状況は、表-1に福井、敦賀、金沢の26～29日の気象表を示し、図-3に28日21時の、図-4に29日03時の地上天気図を示した。

福井地方は梅雨期に入ってから、6月14日に日降水量36.6mmを記録した以外は、雨らしい雨が降ってはず、湿度も、最低湿度が24日39%、25日41%を記録して、Table 1に示すように当日の最低湿度は50%と、割合乾いた状態にあった。28日21時および29日03時の天気図を見ると、弱い低気圧が朝鮮半島から日本海を東進し、その低気圧中心から東方に伸びる前線は夜半過ぎにの29日02時頃に通過した模様であるが、福井での雨量は0.0mmを記録しているに過ぎない。なお、敦賀および金沢ではそれぞれ27日から雨を記録しているので、福井県の海岸近くでは若干の雨が降って、湿度も10%ほど高かったものと思われる。震災当時の風は南寄りの弱風で、福井では1～2m/sec程度、海岸近くでは3～4m/sec程度の風速が火災中吹いていたようである。

以上を要約すると、割合乾燥してはいたが、弱風であり、普通火災ならば大火になるような気象条件ではなかったといえる。現地調査を行なった福井市、丸岡市および藤岡町における火災の延焼状況は、その地域地域の風のまにまに、ゆっくり燃えひろがったようである。「たつまき」の発生はなかったようである。

2.3 岩内大火

岩内大火は、昭和29年9月26日20時15分頃、洞爺丸台風が北海道渡島半島沖合、わずか100km余りのところにさしかかった時に発生した。

まず、全般の気象状況を知るために、表-2に岩内近傍の寿都と倶知安の9月26～27日の気象観測表を示し、図-5に26日21時の地上天気

表-3 岩内消防署による昭和29年9月26日、大火直前までの風向と風速

日 時	風 向	風速m/s
26 14	SE	8.4
16	SSE	10.3
18	SSE	8.9
20	SW	21.7

気図を示す。

洞爺丸台風は岩内の西方約60kmを図-6に示すように移動して行った。台風の移動に伴って、強風の風向は南東-南-南西と時計まわりに変化したはずである。

表-3に火災発生時までの岩内消防署における風向風速観測結果をしたが、図-6に示すように、岩内周辺の地形は西方が日本海で、南西から東南東の方位は500m以上の山岳が近接しており、風に対する地形の影響が顕著に現われることが考えられる。それ故、寿都、倶知安、岩内の3地点の風の観測値を対比して見ただけでは岩内の大火中

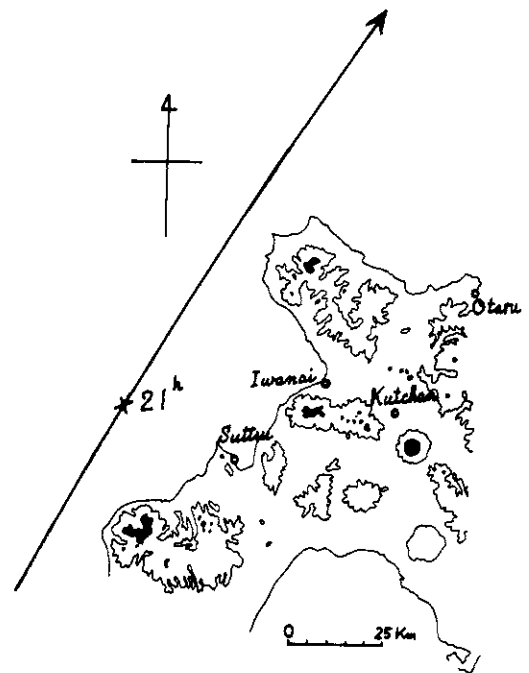


図-6 岩内地方近傍の地形および洞爺丸台風経路

における風向の変化を簡単に推測することはできない。火災の延焼に関しては、風向変化が特に重要であるので、この点を中心に検討を加える。

2.2.1 寿都と岩内との風向の関係

岩内消防署では1日3回（9時、18時、24時）の風向が観測されている。風速は不明であるが、倶知安と寿都の風観測資料と岩内の資料との間の統計的な関係を調べることににより、洞爺丸台風通過時の岩内の風向変化を推定することが可能であろう。岩内の風向観測値は昭和44～46年の3年間のものである。Table 3で見ると、火災発生時の20時15分頃にはすでにSWの風向を示しているようであるが、台風の位置および大火初期の延焼状況から見て、風向はまだSWに廻り切っていない、むしろ、Sと見た方がよい。

寿都の風向変化は、SSE→S（22h）→SSW（23h）→SW（24h）→WSW（27日01h）→W（02h）であるのに対して、倶知安はS→SSW（24h）→WSW（27日01h）→SW（02h）→WSW（03h）→W（04h）と変化している。それゆえ、検討すべき寿都—倶知安の風向の組合せはSSE—S、S—S、SSW—S、SW—SSW、WSW—WSWの5通りであるが、このうちSW—SSW、WSW—WSWの組合せは、岩内地方の地形からいって、岩内の風向を寿都の風向で代用させてよいと考えられるので、残りの3通りの組合せについて検討を加える。

(1) 寿都と岩内の風向の同時関係

まず、寿都と岩内の風向間に全体としてどのような関係があるかを昭和44年1年間の資料で調べた。表-4はそれを示したものであるが、寿都がSSEやSの風向の場合には、岩内の風向は東寄りに偏倚するか、西寄りに偏倚しており、一義的にこれからは風向が決まらない。SWの場合も同様である。WSWから西に廻ると、岩内の風向は、寿都とほぼ同風向の場合が多くなる。

さらに寿都がSSE、S、SSW、SWの各風向の場合に岩内の風向がどのように分布しているかを詳細に見るために、図-7に示す各風向別の度数分布を作った。

SSEの場合、岩内の風向はE～SSEと、W～WNWとなる場合が多く、特にESE～SEが多い。

Sの場合もその分布の大勢は変わらないが、E～

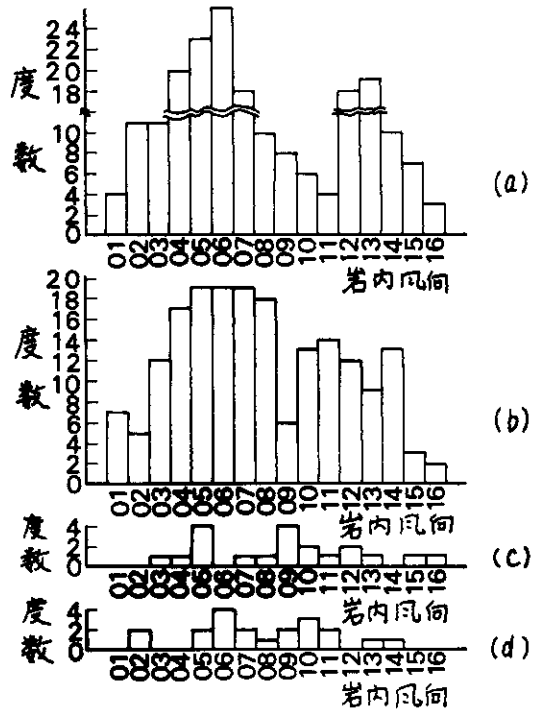


図-7 寿都の風向が(a) SSE、(b) S、(c) SSW および(d) SWの場合の岩内における風向の出現度数分布

Sとなる場合が多くなっている。

SSWの場合、ESEとSSWに度数のピークがあるが、SSW～Wの風向となる確率が高くなっている。

SWの場合には、SEを中心とした風向と、SWを中心とした風向が現われやすくなっている。

以上の風向の同時関係は、風速に無関係に求めたのであるが、実際には風速を考慮に入れた検討をしなければならない。

(2) 寿都と倶知安の風向風速を考慮した場合の岩内の風向

岩内大火は洞爺丸台風が岩内の近傍を北東進中に発生し、表-2に示すような寿都、倶知安でも激しい暴風下に延焼拡大した。それゆえ、寿都、倶知安の風速も強風下にあったものについて、岩内の風向を調べればよいのであるが、洞爺丸台風時のような強風は、昭和44～46年には観測されていない。そこで、寿都、倶知安のどちらの地

表-4 同一時刻の寿都と岩内の風向の度数分布表

	14	15	10	6	11	37	198	188	21	20	40	141	176	94	60	55	
岩内	1	1	1				3	2	1		1	1	6	2	1	4	24
15	2	1	1			2	7	3	1		2	4	15	11	6	4	59
(14)	5	2	2		1	3	10	13		1	2	21	35	28	11	12	146
13	1	4	1	2	2	3	19	9	1	1	3	38	58	23	10	6	181
風向		2			1	4	18	12	2		9	26	21	7	3	4	109
12					1	3	4	14	1	2	10	20	10	3	3		71
11																	
10		1	1			2	6	13	2	3	6	8	2	1	1		46
09							8	6	4	2	1	5	3		1	1	31
08																	
07	1	1		1	1	1	18	19	1	2	3	3	8	6	1	5	71
06	1	3	2	2		7	26	19	1	4	2	1	6	1	6	5	86
05			1	1	4	4	23	19	4	2		5	5	4	6		78
04					1	4	20	17	1		1	5	1	3	3	1	57
03	2		1				11	12	1				2	1		3	33
02						2	11	5		2		2	2			3	27
01	1					1	4	7							3	5	21
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	計
	寿都(風向)																

を示したものである。

表-5から、まず寿都SSE-俱知安Sの組合せのときの岩内の風向を見る。前項で見たのと同様に、岩内の風向はE~SSWの範囲になることが多いが、定まらない。

両地点ともSの場合には、岩内はSかSSWである。ただし、観測例数は少ない。

両地点ともにSSWの場合には、SSWかWNWである。SSW-Sの組合せの場合の強風観測資料はない。

寿都SW-俱知安SSWの場合には、岩内はSWである。

(3) 岩内大火時の岩内の風向変化の推定

以上の検討結果から、洞爺丸台風通過時の岩内地方の風向変化は

表-6のように推定される。この推定風向が

表-5 寿都、俱知安の特定風向の組合せの風速5m/sec以上の場合の岩内の風向

年月日	時	寿 都		俱 知 安		岩 内	
		風向	風速	風向	風速		
1969.11.10	09	SSE	12.2 ^{m/s}	S	6.3	SSE	
70. 5.27	18	SSE	9.8	S	5.0	NNE	
	6.30	09	SSE	13.8	S	5.2	W
	8.22	18	SSE	9.8	S	7.7	S
	11.10	24	SSE	8.7	S	5.5	SSW
71. 4. 5	09	SSE	11.5	S	7.5	E	
	4.19	18	SSE	8.5	S	6.5	E
	4.26	09	SSE	16.8	S	8.5	SSE
	5.11	09	SSE	14.2	S	5.5	SE
	6. 4	24	SSE	10.0	S	5.2	ENE
1971. 5.29	09	S	12.8	S	6.0	S	
	6.10	18	S	12.8	S	5.3	SSW
1970. 7.29	24	SSW	5.5	SSW	3.0	WNW	
	8.16	09	SSW	6.8	SSW	11.7	SSW
1971. 5.25	18	SSW	6.3	SSW	6.2	WNW	
"	24	SSW	5.8	SSW	6.5	SSW	
	10.12	09	SSW	7.2	SSW	8.2	SSW
1969. 3.21	09	SW	7.8	SSW	4.3	SW	
	12.21	24	SW	6.7	SSW	1.3	SW
70.11.12	18	SW	5.3	SSW	2.7	SW	
	12. 7	24	SW	4.2	SSW	6.2	SW

表-6 昭和29年9月26日岩内大火時の岩内地方の推定風向と延焼風向

月 日	時	推定風向	延焼風向	
9.26	20	E~SSW(不定)	SSE~S	
	21	E~SSW(不定)	SSW	
	22	S~SSW	SSW	
	23	SSW	SSW~SW	
	24	SW	SW~WSW	
	27	01	WSW	WSW
		02	W	W
		03	W	W

適切なものであるか否かは、現地調査による延焼時刻の分布によって検討するかとができる。それから求めた風向を延焼風向として同表に示した。推定風向と延焼風向とはほぼ一致しており、このことから逆に岩内大火の延焼拡大は、洞爺丸台風の北東進に伴う風向の変化によってもたらされたと結論することができる。なお、出火地点からの延焼は飛火によるが、その飛距離は最初か約100m、次のが約170mであった。(炬ぶき屋根材)

点かが5m/sec以上の場合について検討してみた。表-5は前項で述べた両地点の風向の組合せで、どちらの地点かが5m/sec以上の場合全部

2.4 大館市大火

表-7 大館大火時の気象状況(大館市消防本部の観測記録による)

	時	風向	風速	湿度	気温	備考
			m/sec	%		
昭和30年 5月3日	12.00	ENE	13.0	41.8		
	12.30	ENE	10.7	42.0		
	13.00	ENE	9.2	42.3		
	13.20	E	13.0	42.0	19℃	出火時
	13.30	E	9.2	41.0		
	14.00	E	10.0	40.0	17	
	14.30	E	12.6	40.0		
	15.00	E	13.0	42.0	14	
	15.30	ESE	12.4	44.0		鎮火時
	16.00	E	13.7	46.0		
	16.30	E	11.5	49.0		
17.00	ENE	12.3	52.0			

を記録しているが、全国気象旬報の09h~09hの日降水量、秋田17日15mm、18日10mmと、大館17日7mm、18日2mmから見て、しゅう性の雨が時折来襲した程度の雨量であったと推定される。

火災の延焼拡大は、南寄りのやや強い風によって行なわれたが、内陸部山間にある大館市のような都市では、強風時には風の乱れが大きく、そのために、自然風の垂直成分の風速も大きくなっているものと推察されるが、飛火の飛距離も大きく、約150mも飛んで、延焼している(トタン屋根)

2.5 追跡調査のまとめ

以上の追跡調査結果をまとめると、次のように集約される。

(1) 火事旋風は、弱風時のみ現われるようである。

しかし、大気成層条件が関係していると思われるが、資料の関係から不明である。

(2) 乾燥しているか否かは大火への拡大の決め手とはならない。むしろ、風向と風速が大きい要因となる。

(3) 気象じょう乱の移動、海陸風等の局地循環の日変化による風向の変化が、火災の拡大に寄与しており、風向変化を念頭においた消防活動の有無が、延焼性状に対して大きい影響を与えている。

(4) 風上に山岳地帯があり、特に山が迫っているときには、風向の変化は複雑であり、強風の場合乱れも大きい。その影響で、飛火による延焼拡大が特に警戒されなければならない。

3. 東京大空襲時の火災現場の気流

東京大空襲は昭和20年3月9~10日、4月13~14日、同15~16日、5月24日および同25~26日の5回が主たるものとされている。終戦当時、現在の気象大学校の前身である気象技術官養成所主事(校長)であった畠山久尚が、

表-8 大館大火時の気象状況(大館市消防本部の観測記録による)

	時	風向	風速	湿度	雨量(秋田)	
			m/sec	%	mm	
昭和31年8月	18日	23	SSW	6.7	85	0.0
		24	S	8.7	87	0.1
	19日	01	SSE	8.6	87	0.0
		02	SE	12.2	82	—
		03	SE	10.8	87	—
		04	SE	9.1	81	—
		05	SE	9.1	86	—
06	S	6.1	81	—		
07	SE	5.0	85	—		

秋田県大館市の大火は、内陸部における大火事例ということで調べられた。昭和30年5月3日の大火は、4月30日の最低湿度18%以来、40%前後の最低湿度を示す乾燥状態がつついたところに出火、折からの東寄りの強風によって一気に延焼拡大することによって発生した。鎮火は空地による。(表-7参照)

昭和31年8月18日の大火は、台風5609号が当日の04時過ぎに秋田沖を北上し、21時には北海道渡島半島上空にあって994mbと衰弱したが、図-8に示したように三陸沖に副低気圧が発生して、その方が発達しながら東進した。大館地方は表-8に示すように出火時刻の23時45分頃は8m/sec以上のやや強い南寄りの風が吹いていた。雨は秋田地方気象台の観測によれば、18日午前を中心に、出火前までに25.6mm

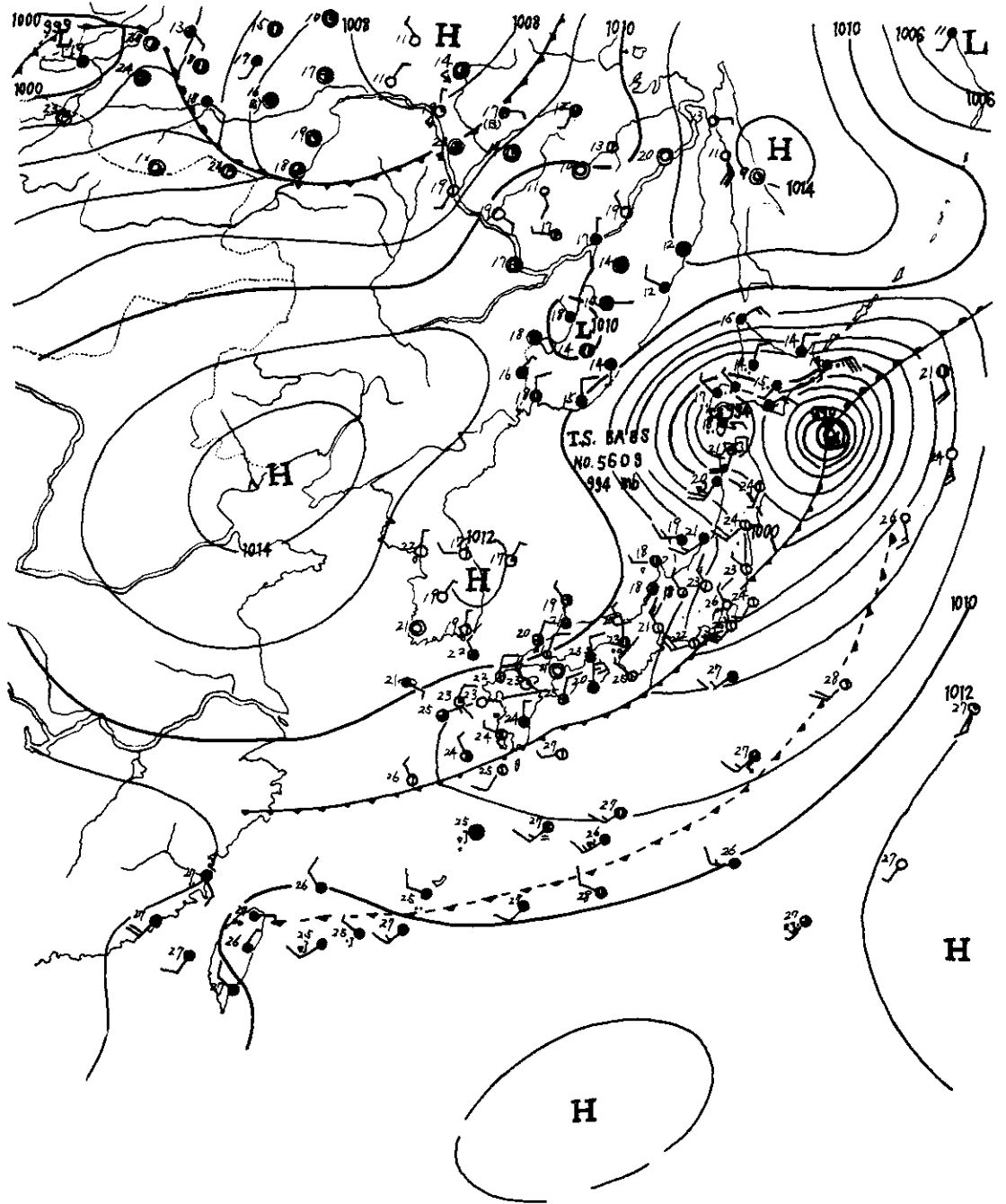


図-8 昭和31年8月18日21時の地上天気図

表-9 観測点数(島山久尚による)

空襲火災日付	観測点数
1945年3月9~10日	96
4月13~14日	127
4月15~16日	57
5月24日	50
5月25~26日	151
合計	481

学生であった松橋史郎、岩間邦雄、中島弘雄に委嘱し、勉学の合間に焼跡の電柱および樹木の焼け残り状況を克明

て、大空襲時の火災現場の風向を推定している。われわれは同じ資料によって、大空襲火災時の気流を推定した。以下、5大東京空襲のそれぞれについて、結果を述べる。表-9は焼き焦げた立木のなびきと、電柱の片焦げの観測点数を、それぞれの空襲に対応させたもので、表-10は警視庁消防部(当時の)によってまとめられた空襲火災に関する諸資料(時刻、機数、焼失区域等)である。これらは島山久尚に依ったものである。

なお、焼痕の観測結果から気流の流線を求める

表-10 東京空襲被害状況一覧(抜粋) (島山久尚による)

日付	1945年 3月9~10日	4月13~14日	4月15~16日	5月24日	5月25~26日
警戒警報発令	時分 23 30	時分 22 44	時分 21 20	時分 01 05	時分 22 10
空襲警報発令	00 15	23 00	22 03	01 36	22 24
空襲警報解除	02 57	02 32	01 10	03 50	02 10
警戒警報解除	03 20	02 52	01 15	03 55	03 00
来襲機数	150機	160機	約200機	二百数十機	二百数十機
焼失区域	下谷、浅草、深川、本所、城東各区の大部、足立、神田、麩町、日本橋、芝、荒川区の大半、牛込、向島、本郷、京橋、麻布、小石川、赤坂、葛飾、滝野川、世田谷、豊島、渋谷、江戸川区の一部	本郷、牛込、荒川、江戸川、足立、豊島、淀橋、下谷、小石川、中野、葛飾、麩町、神田、板橋、日本橋、王子、四谷、滝野川、赤坂、渋谷、浅草、杉並、深川、城東、向島の各区	大森、蒲田、目黒、麻布、芝、荏原、渋谷、向島、日本橋、江戸川、品川	目黒、大森、蒲田、荏原、赤坂、渋谷、杉並、品川、世田谷、本郷、芝、京橋、四谷、豊島、板橋、江戸川、中野、麩町、宮城内	中野、四谷、牛込、麩町、赤坂、本郷、世田谷、渋谷、目黒、杉並、芝、小石川、江戸川、下谷、京橋、淀橋、足立、神田、荏原、豊島、王子、板橋、向島、日本橋、滝野川、荒川、葛飾、城東、浅草、その他
焼失程度	棟数 182,066	105,345	52,861	43,446	88,959
	世帯数 372,108	171,706	61,324	57,604	126,899
	坪数 4,000,504	2,506,281	1,106,140	798,515	1,917,304

に地図を頼りに調べあげた。調査は昭和21年1月16~31日の16日間、当時の食糧交通事情の非常に困難な状態のなかで行なわれており、厳冬の荒廃とした焼跡を文字通り足でもってなされたこの調査は極めて貴重なものと言わなければならない。島山久尚(1971)は本調査を基にし

ためには次の仮定が必要である。①焼夷弾による火災発生が同時であるか、②違っていても、最初の発火から最終の発火までが、ほぼ同一風系のなかで発生しているとする。③また、発火一延焼一鎮火にいたるまでの風系に変化があったものと思われるが、それを無視し、同一風系内で火災が延

表-11 昭和20年東京大空襲時の東

昭和20年	3月9日			3月10日			4月13日			4月14日			4月15日		
時刻	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量
h	m/sec			m/s			m/s			m/s			m/s		
01	S 1.7	快晴	-	NW 7.5	晴	-	SW 6.3	快晴	-	SSE 3.5	薄雲	-	WSW 2.2	快晴	-
02	- 0.5	"	-	NNW 9.5	晴	-	SSW 5.8	"	-	SSE 6.3	"	-	W 1.7	"	-
03	- 0.3	"	-	NW 12.7	曇	-	SSW 5.0	"	-	ESE 4.3	"	-	WNW 1.7	"	-
04	- 0.5	"	-	NNW 7.0	曇	-	SSW 3.7	"	-	E 3.0	曇	-	WNW 2.2	晴	-
05	NW 1.2	"	-	NNW 9.0	晴	-	S 2.8	"	-	S 0.7	"	-	WNW 1.5	曇	-
06	NW 0.8	"	-	NW 4.8	快晴	-	S 2.5	"	-	ENE 1.0	高曇	-	-	霧	-
07	NNW 1.5	"	-	NNW 4.5	快晴	-	SSW 3.0	"	-	NE 2.7	曇	-	- 0.5	"	-
08	NW 0.8	"	-	NW 4.3	晴	-	SSW 6.3	薄雲	-	NE 3.2	"	-	WNW 0.8	快晴	-
09	N 2.2	"	-	NW 6.5	快晴	-	S 6.2	"	-	NE 1.7	"	-	SW 1.0	"	-
10	- 0.3	"	-	NW 8.0	快晴	-	S 5.7	"	-	ENE 2.0	"	-	SE 6.8	晴	-
11	SSE 3.0	"	-	N 6.8	快晴	-	S 7.2	"	-	SE 3.0	快晴	-	SE 3.3	"	-
12	SSE 4.3	"	-	N 8.7	晴	-	SSW 7.7	"	-	ESE 4.3	"	-	SSE 4.3	薄雲	-
13	SSE 3.3	"	-	N 7.3	曇	-	SSW 8.7	"	-	SSE 4.2	"	-	SSE 3.3	"	-
14	SSW 7.0	"	-	NNW 7.3	曇	-	SSW 9.3	"	-	SE 5.0	"	-	SSE 3.2	晴	-
15	SSW 7.7	"	-	N 8.7	晴	-	SSW 7.2	晴	-	SSE 4.8	"	-	S 5.2	快晴	-
16	SSW 10.0	"	-	N 8.7	晴	-	SSW 7.0	快晴	-	S 5.0	"	-	S 5.0	晴	-
17	SSW 7.0	"	-	N 6.7	晴	-	ENE 7.3	"	-	S 6.3	"	-	S 4.8	"	-
18	SSW 5.5	"	-	N 6.3	晴	-	ENE 7.0	"	-	S 6.3	"	-	S 5.0	薄雲	-
19	SSE 6.3	"	-	N 7.2	快晴	-	ENE 5.7	"	-	S 5.8	"	-	S 0.8	"	-
20	SSE 5.3	"	-	NNW 6.3	"	-	E 4.2	"	-	S 4.3	"	-	ESE 1.0	"	-
21	SSW 5.3	"	-	NW 5.5	"	-	ENE 1.5	"	-	S 5.0	"	-	E 1.8	"	-
22	SW 5.7	"	-	WNW 6.3	"	-	E 1.2	"	-	S 2.7	"	-	SE 2.2	"	-
23	SW 4.5	"	-	NW 3.3	"	-	NW 1.0	"	-	SSW 2.0	"	-	SE 2.8	"	-
24	W 4.2	"	-	NW 4.0	"	-	WNW 1.5	薄雲	-	SW 1.7	"	-	NNE 2.3	曇	-

京管区気象台による毎時観測表

4月16日			5月23日			5月24日			5月25日			5月26日		
風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量	風向風速	天気	降水量
m/s			m/s			m/s			m/s			m/s		
NNE 4.0	曇	-	N 4.0	雨	0.4	N 2.2	高曇	-	WNW 1.0	快晴	-	S 19.5	曇	-
NNE 2.7	晴	-	N 4.2	"	2.0	N 2.0	曇	-	W 1.5	"	-	SSE11.7	"	-
N 1.3	"	-	N 2.7	"	0.5	NNE 3.2	晴	-	WNW 1.0	"	-	S 8.8	"	-
N 1.0	快晴	-	N 3.8	"	0.5	NNE 2.3	曇	-	WNW 1.2	"	-	S 7.2	"	-
W 0.8	霧	-	NW 5.3	"	0.4	N 3.3	"	-	NW 2.5	"	-	S 6.5	"	-
N 1.5	"	-	NW 6.3	"	2.3	NNW 2.0	"	-	NW 2.0	"	-	S 6.8	"	-
ENE 1.0	"	-	NNW 5.2	"	3.4	NW 2.2	"	-	NW 2.3	"	-	S 5.0	"	-
ENE 0.8	"	-	NNW 4.0	"	3.0	NNW 1.8	"	-	N 2.8	晴	-	SSW 6.0	"	-
E 1.7	"	-	NNW 4.3	"	1.7	WNW 1.3	"	-	- 0.3	薄曇	-	S 4.8	雨	0.1
E 1.5	"	-	N 2.3	"	0.1	N 0.7	晴	-	SSE 2.8	"	-	S 6.3	曇	0.1
SE 1.8	晴	-	WNW 3.3	曇	0.0	E 1.7	"	-	SSE 3.3	"	-	S 5.0	"	0.0
S 4.7	快晴	-	W 1.3	高曇	-	ESE 2.5	"	-	SSE 4.0	"	-	S 5.2	"	-
S 6.0	"	-	SE 4.7	"	-	ESE 3.8	"	-	SSE 4.2	"	-	SSE 6.3	"	-
S 4.7	"	-	SSE 4.0	雨	0.0	ESE 4.0	快晴	-	S 4.7	"	-	S 6.7	薄曇	-
S 6.0	"	-	S 3.8	"	0.0	SE 3.2	"	-	SSE 5.0	"	-	S 7.5	"	-
S 5.7	"	-	SSW 3.2	"	0.0	SE 3.2	"	-	SSE 3.3	"	-	S 5.2	"	-
S 5.5	"	-	SE 2.2	"	0.0	ESE 3.3	"	-	S 3.8	"	-	S 7.5	"	-
S 4.5	"	-	SW 1.7	"	0.0	ESE 2.7	"	-	S 4.2	"	-	S 5.8	晴	0.0
S 5.3	"	-	SSW 1.2	曇	0.0	S 2.8	"	-	S 5.5	"	-	S 5.8	"	0.0
S 4.7	"	-	SSW 2.2	"	-	S 3.3	"	-	S 6.2	"	-	S 4.2	"	-
SSW 3.3	"	-	NNW 2.0	高曇	-	S 2.2	"	-	S 3.5	"	-	S 2.3	"	-
NW 2.0	"	-	NNW 4.3	晴	-	SE 1.7	"	-	S 5.3	"	-	S 2.0	"	-
NNW 3.7	"	-	N 3.8	"	-	SSE 0.8	"	-	SSW 4.2	"	-	SSW 0.7	"	-
N 2.0	"	-	N 1.8	"	-	WNW 1.7	"	-	SSE 11.8	曇	-	NNW 1.0	薄曇	-

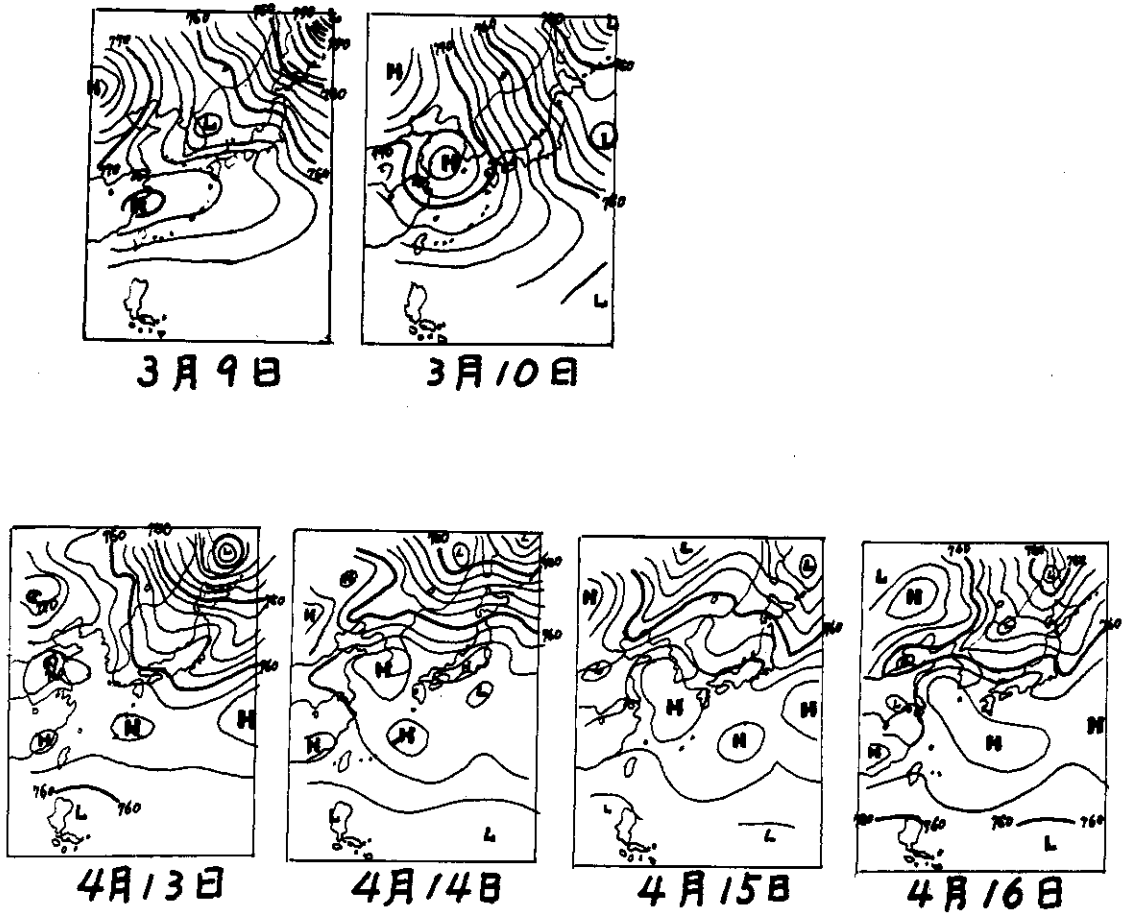


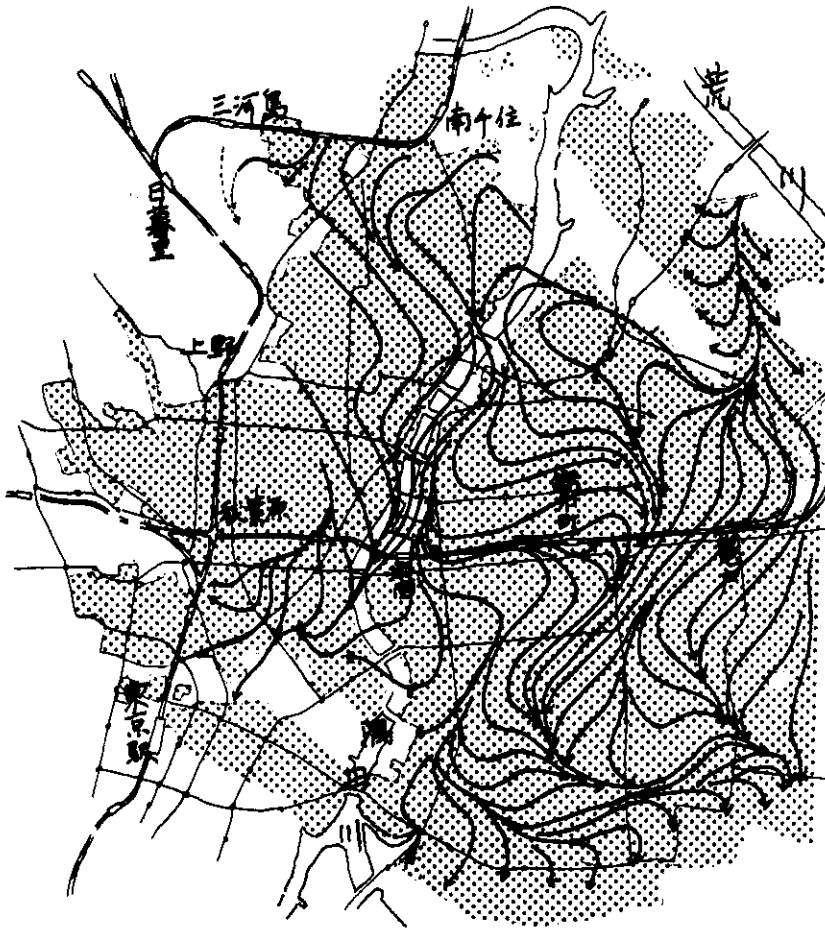
図- 9 昭和20年3月9日~10日4月13
~16日06時の地上気圧配置図

焼していたと見る。④あるいは、風系の変化のまにまに延焼していった、その場所、その時刻の風が焼痕となっているのであるから、風系の変化まで入った流線図であると見た方がよい。

(1) 3月9~10日

この空襲による焼失面積は5大空襲火災のうちで最大であった。東京管区気象台の観測による気象状況を表-11に、当日06時の地上気圧装置

図を図-9に示す。空襲開始時はSSWの風であったが、24時にはW、10日1時にはNWと変化して、同日9時までにはNNW~WNWの間の風向となっている。それ故、空襲火災の最盛期は24時以降と考えられるので、東京管区気象台における観測値を東京地方の代表値とすれば、NNW~WNWの風向のなかで空襲火災の大部分が終始したと考えてよいであろう。



図—10 昭和20年3月9日～10日 空襲火災時、火災現場の風系

3月9～10日の空襲火災域の焼き焦げた立木のなびき、電柱片焦げの方位による流線図は図—10に示される。

だいたいは北分の勝った風系となっているが、錦糸町駅北方の押上町北部でSE～ESEの風系が現われているのと、総武線の両国—錦糸町駅間の線路の北側が西寄りの風系となり、線路の高い土手が局部的に風向を変えているように見られるのが特徴的である。錦糸町—亀戸駅間の気流が収束して南に吹き下がる場所は、南北に走る水路が総武線下を流れ下るところに当る。また、隅田川に沿う風系があり、気流がそこに収束しているのも特徴的である。

(2) 4月13～14日

4月13～14日の空襲は13日の23時から

開始され、14日03時頃までつづいた。それによる火災は、おそらく朝までつづいたものと思われる。(表—10参照)

当時の氣象状態は、図—9に示した地上気圧配置によれば、発達した低気圧がオホーツク海方面を東進し、中国大陸から移動性高気圧が東進して本邦を覆う、その過渡期に当る。それ故、火災延焼期間の風向は、空襲開始時のNWからWNWの風が、14日01時から05時まではS～Eの間を変化し、06時以降はENE～NEとなっている。風向の変化が大きい上に、風速はあまり強くないので、火災時期により、風向が自然状態でも変化しているので、火災現場の流線は決めにくいのではないかと思われたが、図—11に示すように、一応まとまった風系となっている。

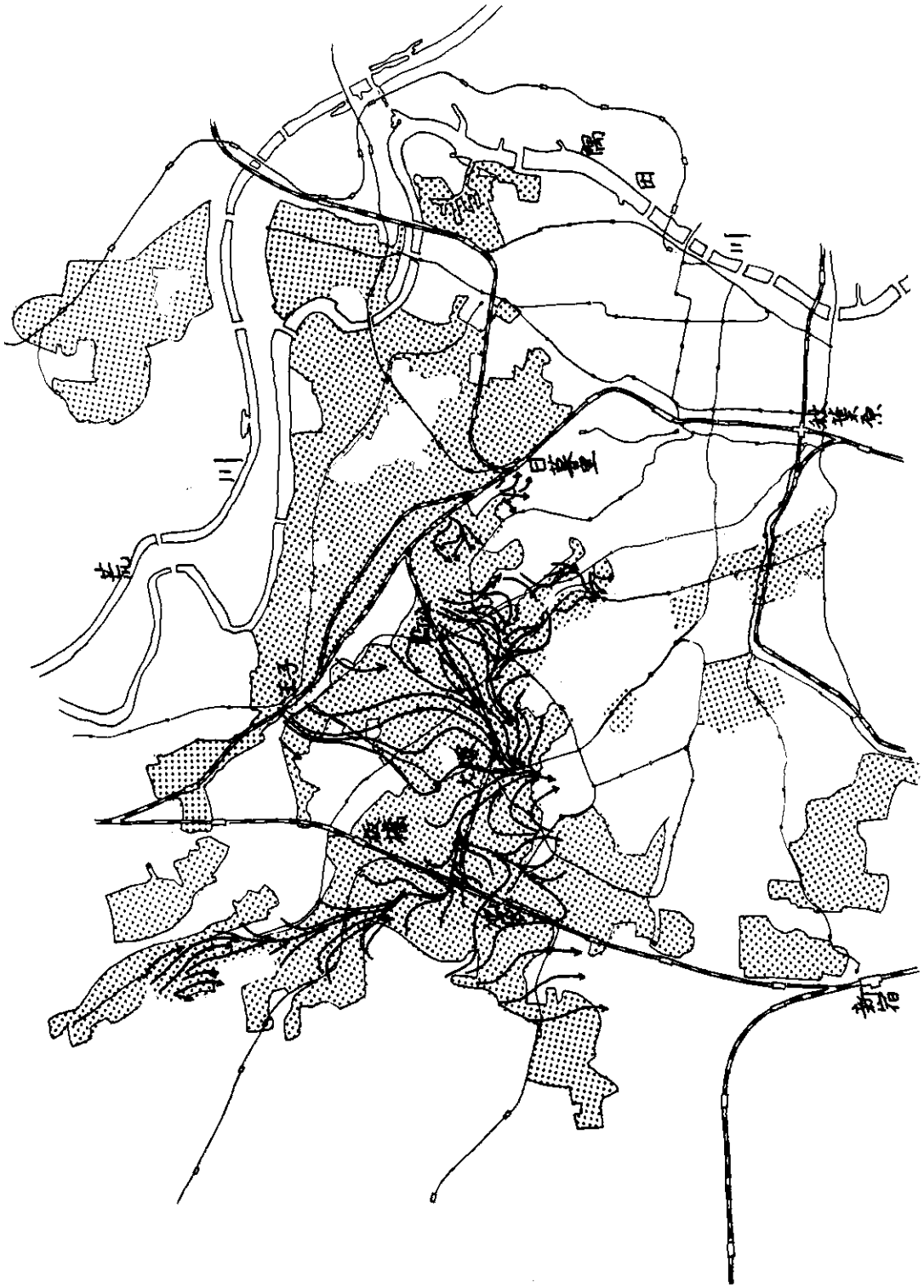


図-11 図-10に同じ但し4月13~14日

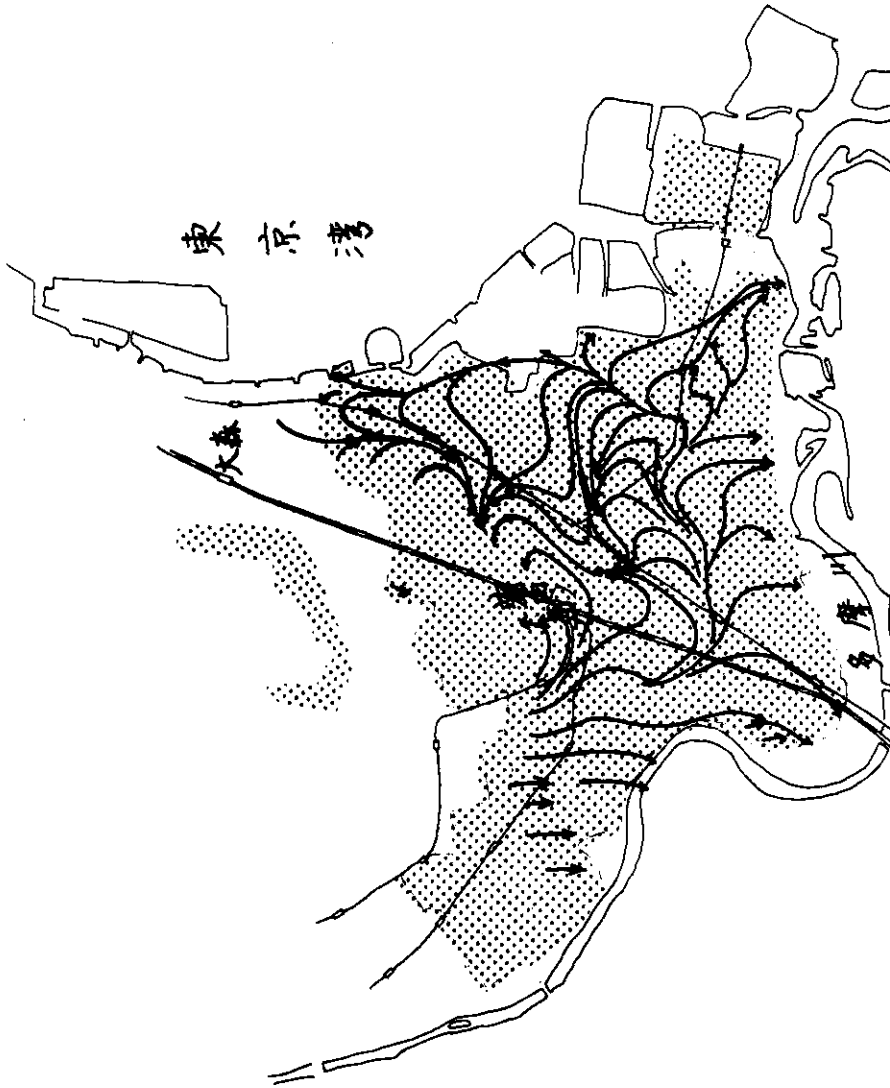


図-12 図-10に同じ但し4月15~16日

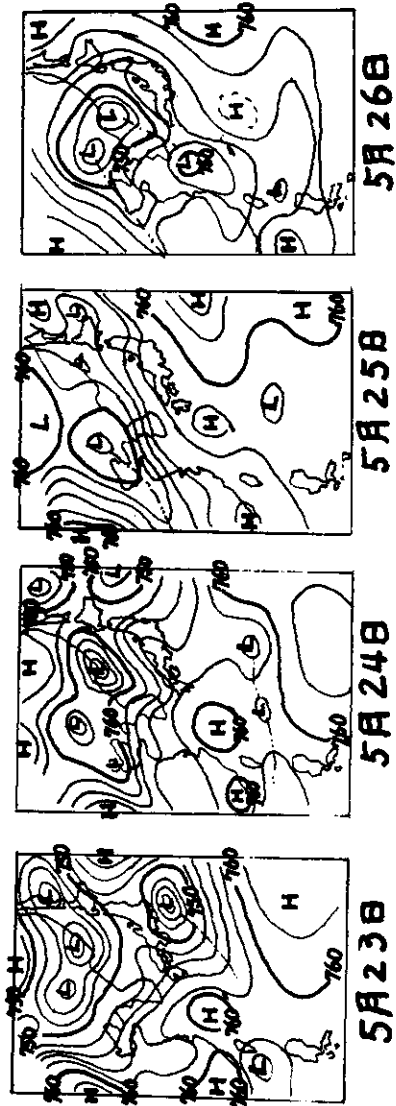


図-13 昭和20年5月23日~26日06時の地上気圧配置図

(3) 4月15~16日

空襲は表-10に示されるように、15日22時03分から16日01時10分までつづいた。気象状態は、図-9に示したように、移動性高気圧が次々と東進して来、晴天がつづいている。空襲開始時から23時まではSEであったが、夜半から明け方までは北寄り、いずれも弱風である。そして、乾燥した状態にあった。被災範囲は表-10に示されるように、蒲田を中心とした地域である。その時の片焦げ電柱等による火災現場の風系は図-12に示される。蒲田駅付近を中心に、風が低気圧性にまわっているのが特徴的であるが、自然風の風向変化によるものか、火災現場での火事場風によるものか、これからだけではわからない。

(4) 5月24日

この空襲は24日01時36分から03時50分まで、広範囲に行なわれた。(表-10)。火災面積の広い区域は目黒から大崎にかけての地域である。図-13の地上気圧配置図から見ると、23日に割合まとまって低気圧が本邦上空を東北東進し、その背後から移動性高気圧が東進してくるところである。表-11の気象表で見られるように、午前を中心に雨が降ったが、空襲時以後は完全にはれあがっている。空襲時および火災延焼中の風向はだいたい北寄り、弱風である。その時の片焦げ電柱等による火災現場の風系は図-14に示される。大部分の地域は北寄りの風系となっているが、南部大寿寄りの地域に南寄りの風系が現われている。



図-14 図-10に同じ、但し5月24日

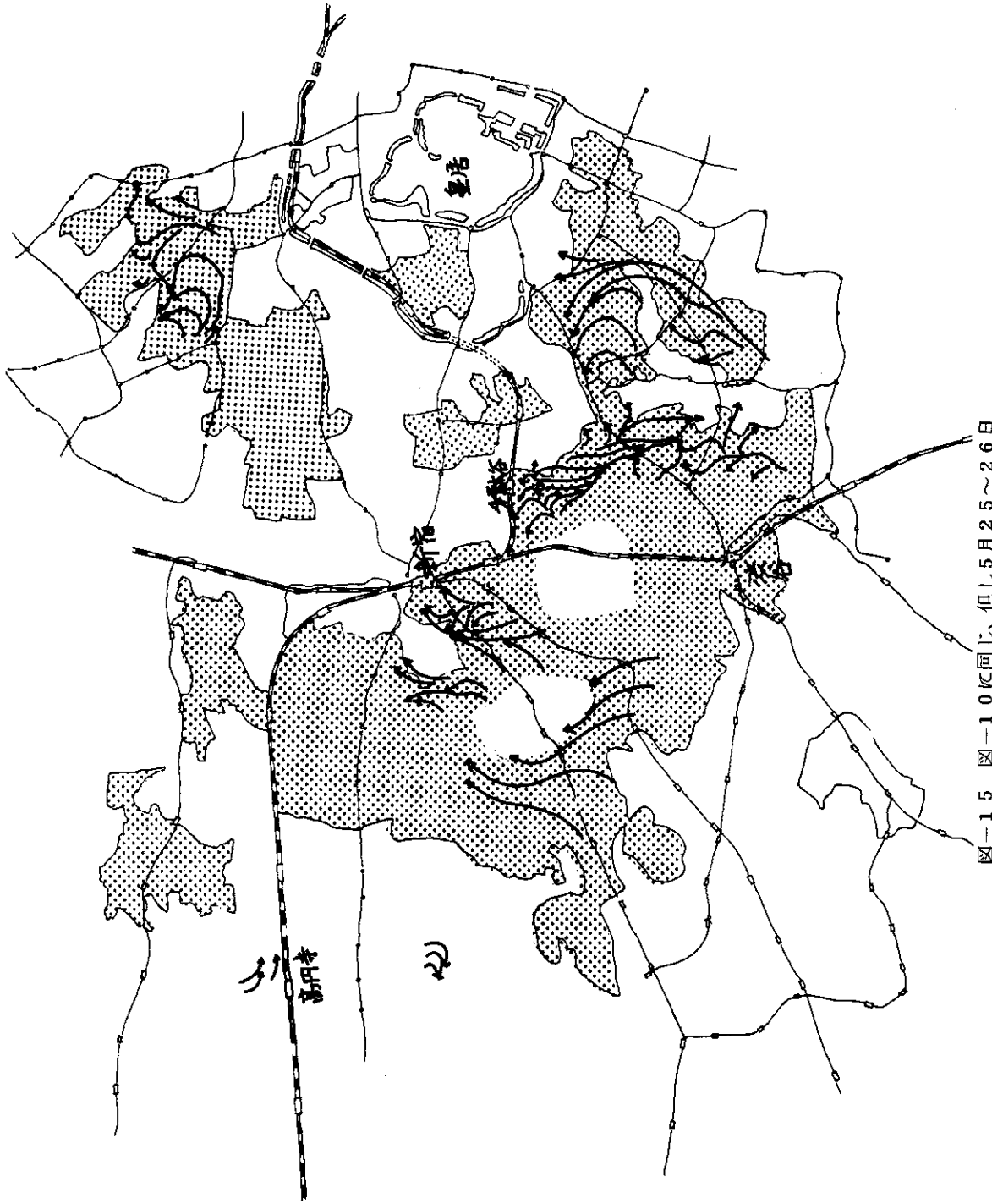


図-15 図-10に同じ、但し5月25~26日

(5) 5月25～26日

この空襲も25日22時24分から02時10分まで、広範囲に行なわれた。図-13の地上気圧配置から明らかなように、移動性高気圧の後面にあたり、表-11に示すように25日から次第に曇り始め、26日08時過ぎには小雨が降っている。空襲および火災延焼時の風向は南寄り、 10 m/sec 以上の強風となった時期もある。この時の片焼け電柱等による火災現場の風系は図-15に示される。被災地域の大半は南寄りの風系となっているが、千駄谷駅南方の部分に北寄りの風系が見られる。その東側の無被害地域は明治神宮外苑で、西側は明治神宮の森であるが、南寄りの強風下にこのような風系が現われていることは興味深い。

4. 国民学校風観測資料による検討

前節で述べた空襲火災時の火災現場の風系は、自然風が表現されているのか、火事場風がどの程度加わっているのか不明である。そして、当時の東京都内で吹いた風は、当時の市街地構造の影響を受けて吹いているわけで、非常に変化してしまった現在の市街地構造の条件下の風とは異なっていると考えた方がよい。防空上の必要から都内小学校(当時の国民学校)に委嘱して、昭和18年9月～19年8月の1年間、毎週火曜と金曜の10時と14時の2回、国旗掲揚塔に吹き流しをつけて風向・風速の観測を行なっている。空襲時の市街地構造は昭和19年からほとんど変化がなかったと思われるので、この資料により空襲時の火災

現場の風系解析結果を吟味することとした。

(1) 北寄りの風の場合

北寄り風の空襲火災は、3月9～10日、4月15～16日と5月24日である。そのうち、3月9～10日は西高東低の気圧配置で、 10 m/sec 前後の強風が吹いたときであり、他の2例は移動性高気圧による弱風である。

3月9～10日に類似する気圧配置の日を昭和18～19年の期間に求めた結果、昭和19年1月7日を得た(図-16および図-9参照)。この日の東京都内の気流図は図-17に示される。この図と図-10とを対比して見ていただきたい。縮尺が異なるので見にくいですが、まず、南千住南側の地域の流線に類似が認められることと、隅田川沿いに現われている気流の収束が両者に共通している。

4月15～16日と5月24日は移動性高気圧による弱い北寄りの風の時である。昭和18～19年の観測期間中、これらの日に類似の気圧配置の日は残念ながら見つからなかった。そこで、まあ、それに近い気圧配置というので、昭和19年3月31日を取り、その気流図を図-18に示した。当日06時の地上気圧配置図を図-9に示す。週2回の観測なので、類似の悪いのは止むを得ない。

さて、弱風下の空襲火災であった4月15～16日と5月24日の火災現場流線図と、この気流図とを対比して見ていただきたい。4月15～16日は蒲田付近であるが、3月31日気流図の本蒲田付近に見られる流線の形状と同傾向の風系が蒲田駅付近から東京湾寄りの地域にかけて見られる。

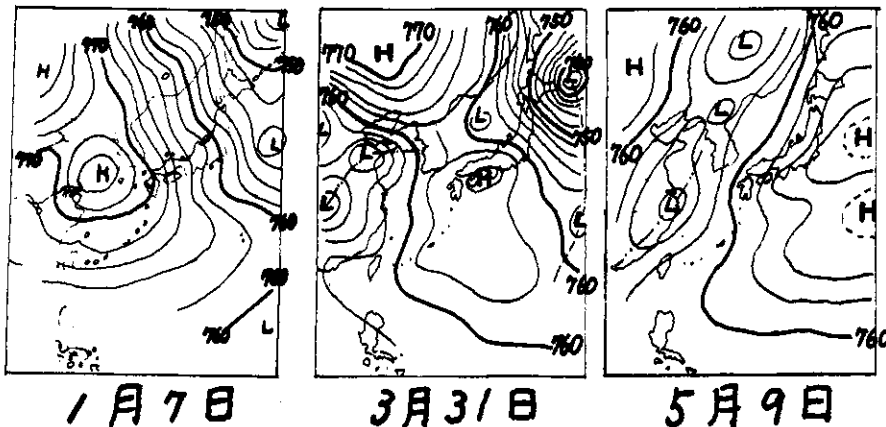


図-16 東京大空襲時の地上気圧配置との類似型としてとった気圧配置(昭和19年)

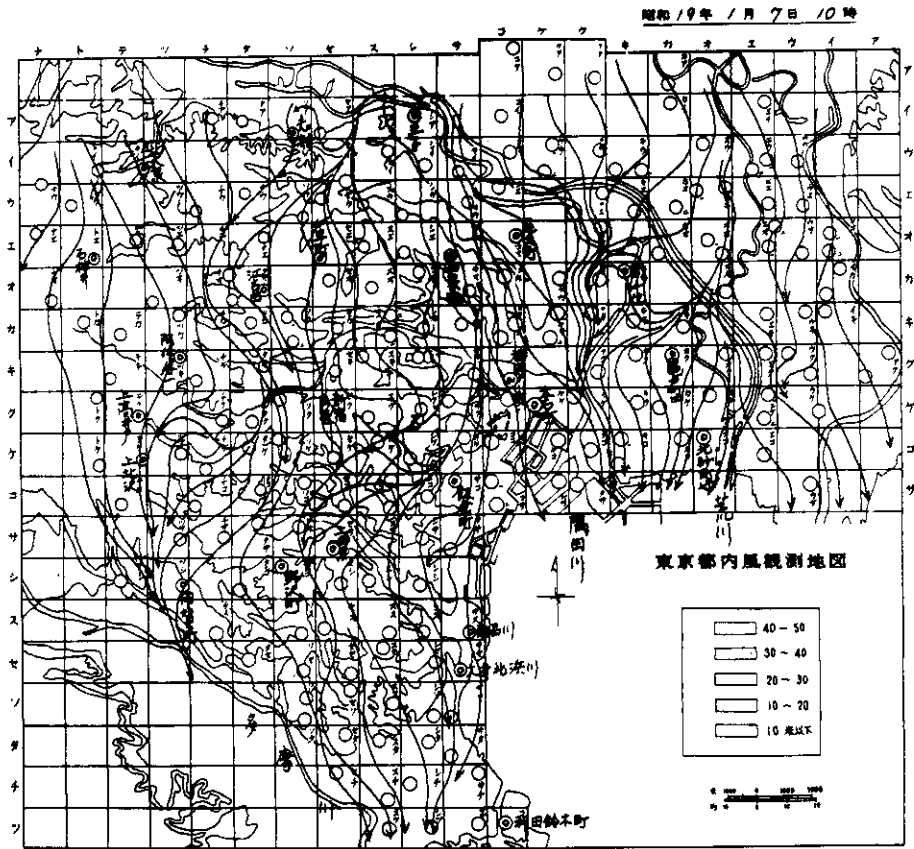


図-17 昭和19年1月7日10時の地上気流
図

5月24日の目黒南部の火災現場風系にも3月31日の流線に類似の傾向が現われているといえるだろう。

(2) 南寄りの風の場合

南寄りの風の場合は、5月25～26日の空襲火災で、移動性高気圧の後面に当たる場合である。北寄りの風の場合と同様に類似を求めた結果、昭和19年5月9日を得た。(図-13と図-16参照)5月9日の気流図は10時と14時の2枚を図-19、-20に示す。両図を対比するとわかるように、同じ南寄りの風でも、西の成分が勝っ

ている場合と、東の成分が勝っている場合とで微妙に流線の違いが現われているからである。

さて、これから流線図と、図-15に示した5月25～26日の火災現場風系図と対比して見ていただきたい。新宿西方の風系は実によく5月9日14時の流線図と類似している。しかし、火災現場風系図の千駄ヶ谷駅南方に現われている乱れた北寄りの風系は流線図には現われていない。流線図(図-20)の原宿西方に見られる西寄りの成分の気流が、火災現場に向かって、自然状態よりも強く吹き込んだ場合には、火災現場風系に見ら

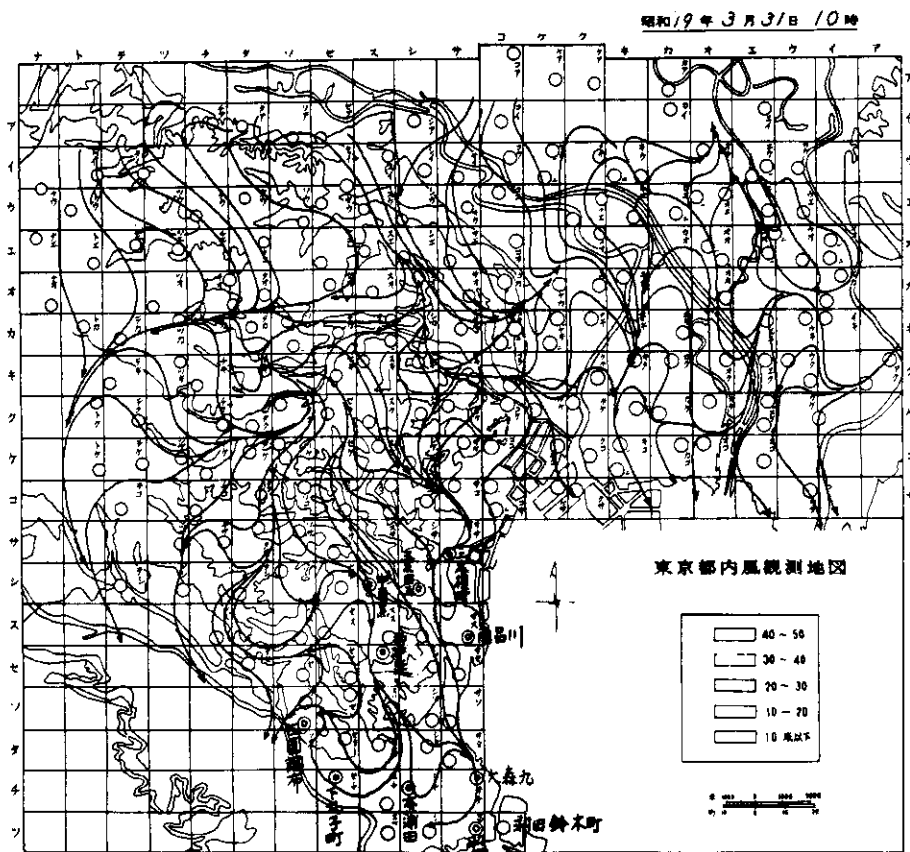


図-18 図-17に同じ、但し3月31日10時

れるような風系が現われても不思議ではないと考えられるが、微妙なところである。

高円寺付近の風系は、資料不足のため、なんともいえない。

5. むすび

第3、第4節において5大東京空襲火災時の火災現場の風系が、気圧配置によってもたらされる東京地方の自然風の風系によってほぼ説明されることを示した。

東京都およびその周辺は、戦後、特に近年、都

市再開発によって市街地構造が大きく変化している。昭和18～19年の1カ年、周2回行なわれた当時の国民学校国旗掲揚塔による風観測結果が、現在の東京地方の風系に対してどの程度適用できるか不明である。それ故、現在の市街地構造において、延焼拡大に密接な関係を持つ市街地内の風系を、気象庁、東京都、消防署その他の既設観測施設のみならず、小・中学校等による「吹き流し」観測をも併用した緻密な観測網によって把握することが、大震災火災対策上急務であろうと考える。さらに、将来の市街地構造の変化の風系に対する

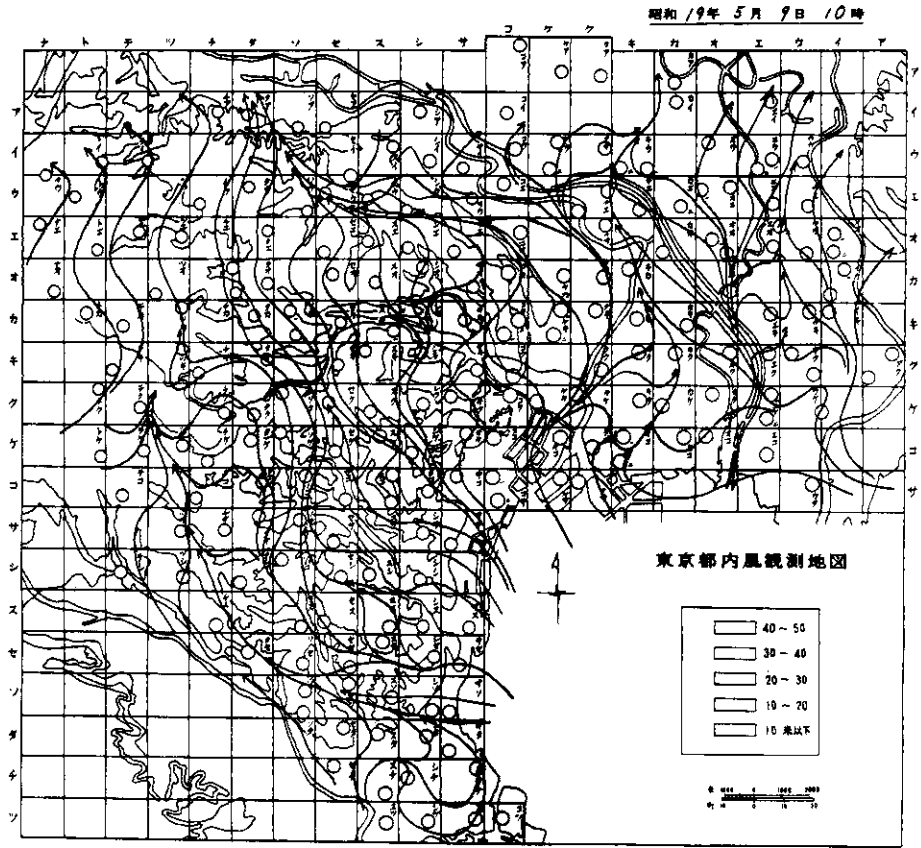


図-19 図-17と同じ、但し5月9日10時

影響については、風洞実験等による検討が加えられなければならない。

東京管区気象台で観測された風向、風速は、東京都およびその周辺地域に関東大震災程度の大地震が発生し、同時多発火災が発生したときに、気象が延焼に対して如何なる影響を与えるかを明らかにするためになされた。この目的からいって、われわれの研究は中間的な成果でしかない。前に述べたような現在の市街地構造における風系の変化が不明だからである。しかしながら、東京大空襲時の文字通り多発火災の延焼拡大に対して、当

時の市街地構造で吹いた自然風の風系が大きく影響していることを明らかにしたことは成果であると考え。

〔謝辞〕 東京大空襲火災時の貴重な観測資料を心よく貸与され、種々あたたかい御援助を賜わった畠山久尚博士に心からお礼を申しあげたい。また、戦後の混乱期、食料、交通事情の極めて悪い条件下を、克明な焼跡風向調査をされた松橋史郎、岩間邦雄、中島弘雄の3氏に対して、深く敬意を表するものである。

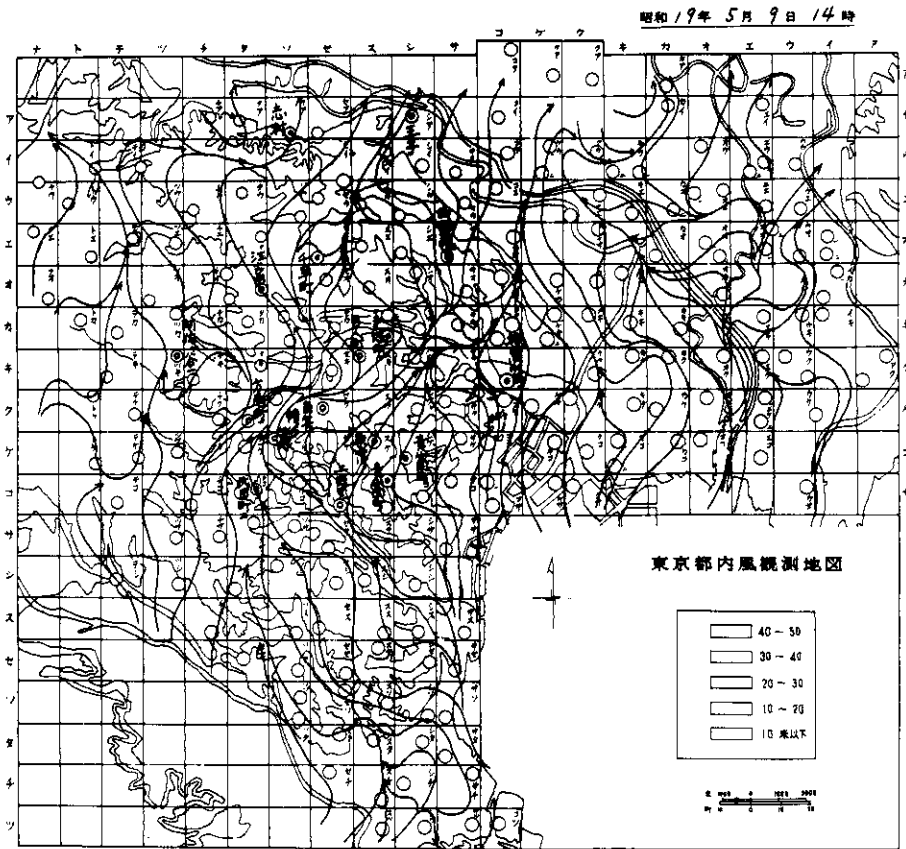


図-20 図-19に同じ、但し14時

文献

島山久尚、1971：東京空襲火災焼跡の風向
推定、気象庁研究時報、23、№4、127～
130.