

筑豊炭田飯塚における霧の永年変化*

土 屋 巖**

要 旨

福岡県飯塚市は筑豊炭田の中心にあり、北を除いた周辺を山に囲まれた盆地である。かつては日本最大の産炭地であり、炭じんと煤煙の多い炭鉱都市で、同時に霧日数の多いこと（年100日以上）でも有名であった。1957年以後、石炭の産出が急激に減少するとともに、霧日数も激減し、年間30日前後以下の場合が多くなった。飯塚地区の出炭量と霧日数の間では1936—1965の30年間で0.74の相関係数を示し、人間活動が霧日数に影響をしていたものと思われる。近年の出炭減が飯塚地区の自然の霧日数を発現させたものと見られるが、この種の現象についての報告例がほとんどないので、関連する要素について検討したことを報告する。

1. ま え が き

飯塚市は第1図に示すように、筑豊盆地にあって、いわゆる盆地霧の多いところであった。この地方では、夜間に風が弱く放射冷却が激しい場合に、炭じんの浮遊の

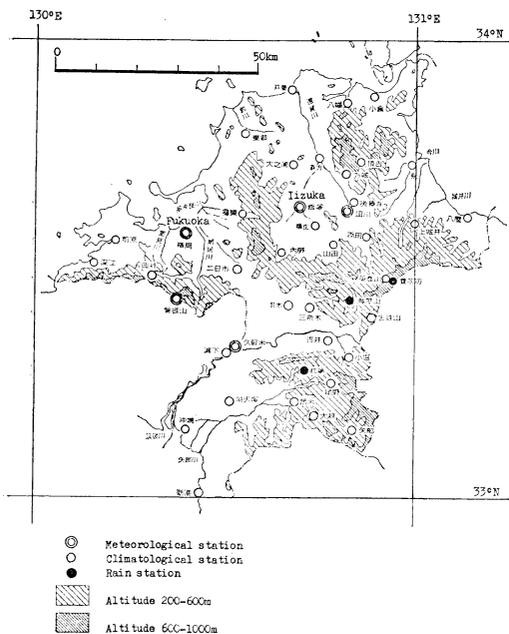
多いことが加わって、霧の発生が多いとされていた（牧園俊夫, 1958; 福岡管区気象台, 1960）。

しかし、1957年以後のエネルギー革命による石炭から石油への転換が影響して、筑豊の出炭量は激減したので、炭じんも大幅に減少したと思われる。もし、炭じんまたはそれに随伴した現象が、飯塚の霧に影響を与えているものとするならば、霧の発生に永年変化が現われるはずである。たしかに、飯塚の霧日数は1957—1967の間に大幅に減少している。都市化や産業開発に伴う視程悪化や霧日数の増加についての研究報告は数多くあるが、逆の現象についての明白な観測記録を報告した例が見当たらないので、霧日数の1936—1967の推移を中心に、問題点の二、三を報告したい。

2. 霧日数の永年変化

第2図に見られるように、飯塚の霧日数（視程1 km以下）は従来秋から冬にかけて多かった。ところが、1961年以降には、霧日数が大幅に減少し、同時に秋から冬に多発するという傾向も顕著には認められなくなった。

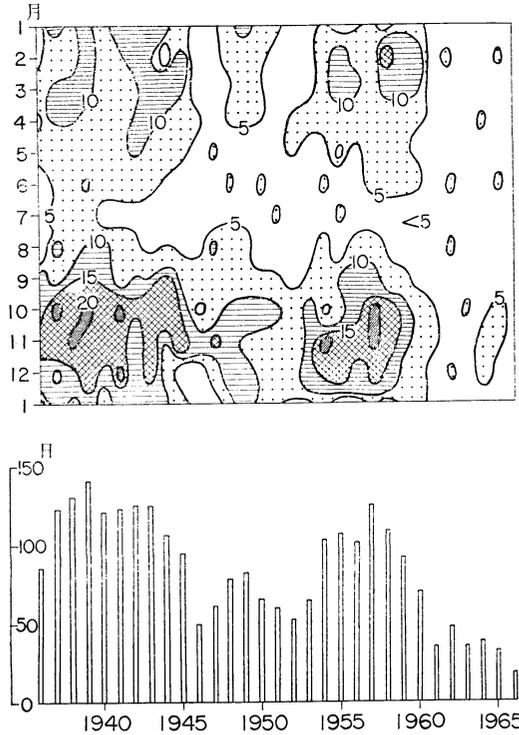
霧日数には1940年前後と1957年前後を極大とする2回の多い期間があり、1946—1953年および1961年以後は少ない期間になっている。2回の極大期間における霧の多い季節はほぼ同じであり、このような季節分布は1946—1953年の極小期にも認められる。しかし、1961年以後の減少期には、秋—冬の季節がやや多いとはいえ、年間をつうじての極端な減少を示し、1946—1953年の極小期とはかなり異質の状態になったものと考えられる。これには後述の炭じんに関係した要素の変化が関係するようで



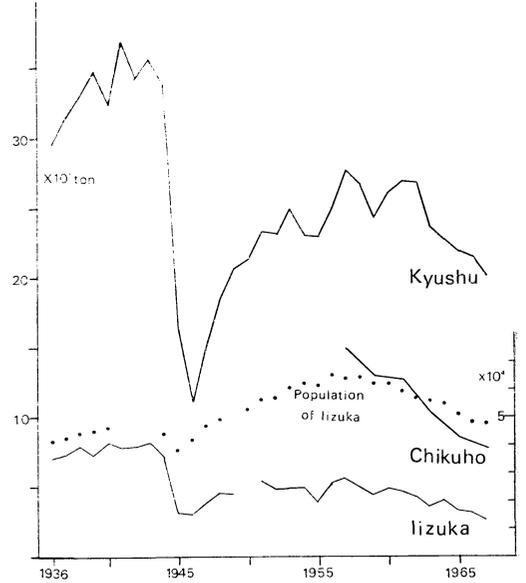
第1図 飯塚市周辺の地図

* Secular Change of Fog Days of Iizuka in Chikugo, Kyushu.

** I. Tsuchiya 気象研究所
—1973年12月26日受理—



第2図 飯塚測候所における霧日数の月別年別経年変化



第3図 筑豊炭田の出炭量推移と飯塚市(旧市内)の人口推移
(実線は上より九州全域、筑豊全域および飯塚地区、点線は飯塚市の人口)

ある。

3. 出炭量の推移と霧日数

第3図は1936年以後の九州全域と筑豊炭田全域および飯塚地区(飯塚石炭事業所管内:飯塚市・嘉穂郡・山田市)の年間出炭量の推移,ならびに飯塚市の人口(旧市内について)推移を示したものである。

筑豊炭田は近年に至るまで日本最大の炭田であり,日本統計年鑑の表から求めた結果では,飯塚・直方・田川

の3市を中心とする全筑豊では,明治末年に全国出炭量の半ば以上を産出し,1935年でも対全国比は42%,約1,600万トンを産出した。

いわゆるエネルギー革命(石炭から石油への燃料転換)の進行が顕著になった1957年には,28%に,さらに1967年には16%に低下した。飯塚市周辺の炭鉱数も1957年から1967年の間に,107から12へと激減し,全筑豊の233から43への減少よりもさらに顕著である(土井,1969)。

出炭量にもこの変化が反映し,1967年には1957年の半分にもならない267万トンに減少して,1945年を中心と

第1表 飯塚における出炭量の多い年と少ない年の霧日数の差のt検定

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
出炭量の多い年(1936—44, 1948—54および1956—61の22年)	7.0	7.4	8.2	7.0	5.1	5.2	2.9	5.0	8.9	14.5	13.5	11.6	96.5
出炭量の少ない年(1945—47, 1955および1962—65の8年)	2.6	6.6	4.4	4.3	4.5	3.1	2.3	4.0	5.4	6.3	10.5	4.9	58.8
差	4.4	0.8	3.8	2.7	0.6	2.1	0.6	1.0	3.5	8.2	3.0	6.7	37.7
t	2.6*		2.5*	2.3*		2.02			2.1*	4.8**	1.3	3.4*	3.9*

*:危険率5%で有意; **:危険率が1%で有意

する戦後混乱期（年産約300万トン）を下廻り、さらに減少の傾向が続いている。

第2図の霧日数（年）の永年変化と第3図の飯塚地区出炭量の推移とは非常によく似ており、1936—1965年の30年間では0.74の相関係数を示している。

450万トン以上と以下とによって、出炭量の多い年と少ない年とに区分して、それぞれの月ごとの平均霧日数の差について、 t 検定をしたのが第1表である。

4. 霧日数減少に関連する要素

出炭量の増減と霧日数の変動との間に、密接な関係のあることははっきりしたが、霧発生過程には多くの要素が関連してくるので、それらについて検討する。

(1) 炭じんの増減

炭じんは石炭層を採掘する際に、爆薬をしかける等の方法によっても発生するが、石炭を商品として出す際の洗炭によって汚れた水からの沈澱物が乾燥しても、またボタ山からもほこり状になって空中にたどよう。煤じんと混在するためもあるが、炭じんだけの量的測定は永年の記録はないが、霧が多かった時代の霧滴の調査では、炭じん等で汚れていたことが報告されている（山田、1961）。

一応、石炭の産出量の多い時代に炭じんが多かったと考えられるが、出炭方式の変化で近年の炭じんはかなり減ったものと見られる。昭和38年11月の三池炭じん爆発以後、条例により、鉱口から搬出される石炭に10%の水分を含ませることになったことと、採掘の方法が機械化されて炭層をかきむしるというような方式が増えた。このため、炭じんの量は出炭量に比例するだけでなく、技術上の変化によってさらに減少したものと推定される。

しかし、炭じんそのものが霧滴の凝結核として活性があるか否かは不明である。石炭燃焼等によって発生する煤煙中に吸湿性巨大核を多数含むことはよく知られているので、煤煙と炭じんの混合はいわゆる mixed nuclei の凝結核として活性は非常に高いといえる。（これは定性的な見方であって、定量的な研究はほとんどないようである。）なお、炭じんそのものの浮遊物が視程を悪くするという現象も多いはずである。

(2) 石炭の燃焼に伴う煤煙の増減

1940年代に至るまで、ヨーロッパの諸都市では都市活動の発展につれて石炭使用量が必然的に増大し、霧日数の増加は明白であった（この場合スモッグの割合が増えていると見られる）。そこでは煙じんの役割が大きかったことは明らかである（たとえば Kraus, 1945）。

飯塚における煤煙は1950年代の霧の多い時代の測定では、10～1月にかけて増加し、夜間は多く、風の弱いときも多く、また湿度の高いときに地上付近で多くなることが知られている（佐藤・小川、1957）。これは飯塚の霧の発生しやすい条件と同じである。霧が煤煙を集め、煤煙が霧の核となるという相互作用が考えられる。この場合も、前述のように炭じんが加わることで mixed nuclei の作用が加えられる。

(3) 人口の増減

人口密度が増大すると、かならずしも鉱工業によらない人工のちりが増え、その中に吸湿性の凝結核が多く含まれるという一般的事実がある（Neiburger, 1967）。したがって、人口の増減も霧日数に関連する。飯塚市旧地域の人口は第3図に示したように、1955年ごろまでは漸増し、1958年以後は明白に減少している。1958年以後は一般家庭においても石炭の使用は減少したものと考えられる上に、人口も減ったのであるから、人口減による凝結核の放出が減少したと思われる。1955年以前は人口の推移と霧日数の変化とが平行していないので、少なくとも飯塚の霧に対してはおもな変動要因でないといえる。

(4) 自然の気候変動

バックグラウンドとしての自然の気候変動がある限度を越えたときには、霧日数も変化すると考えられる。福岡の資料について検討したところ、霧日数以外の気象要素については飯塚との間に高い相関関係があるが（年平均気温と年降水量はともに、0.90以上）、霧日数は飯塚と同型の変動を示さず、かえって近年漸増の傾向がある（これは、都市化の影響と見られる）。したがって、自然の気候変動が第2図のような変動をもたらすのに大きな役割をしたとは考えにくい。

通常の放射霧では湿度の高い（97%前後）ことが多い。もし、飯塚の霧の大部分が純放射性のものであったとすると、霧日数の永年変動に対応した湿度の永年変動が見られるはずであるが、各月の永年変動はきわめて小さく、 σ および 2σ を超える場合の偏差分布にもわずかな違いしかない。

第2表は1936—1950と1951—1965の間で、月ごとの湿度の偏差が 2σ （標準偏差の2倍）に等しいか、またはそれを超えたものの回数を示したものである。

母集団にいくらかの変化があったと見られるのは10月だけであるが、 F 表による分散の検定によって有意の差はないことになる。結局、統計的には他の月や年合計についても同様であり、両期間の間で、はっきりした湿度

第2表 飯塚における月平均湿度の偏差が 2σ を超えた回数(1936—1950と1951—1965の比較)

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
平均湿度		73	74	73	74	77	81	82	82	83	80	79	76	
標準偏差 (σ)		4	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	3	
1936—1950	+ 2σ	1	0	1	0	0	0	0	0	1	4	1	0	8
	- 2σ	0	1	0	0	1	3	0	0	0	1	1	1	8
1951—1965	+ 2σ	0	1	0	2	1	2	0	0	0	1	0	0	7
	- 2σ	0	0	1	1	0	0	1	2	1	4	0	0	10

第3表 霧の多い時代と少ない時代における、月平均湿度の偏差分布

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
霧の多い時代	+ 2σ	0	1	1	0	0	1	0	0	1	3	1	0	8
1937—1945	- 2σ	0	1	0	0	1	3	1	0	0	2	1	1	10
1954—1959														
霧の少ない時代	+ 2σ	1	0	0	2	1	1	0	0	0	2	0	0	7
1936, 1946—1953	- 2σ	0	0	1	1	0	0	0	2	1	3	0	0	8
1960—1965														

の永年変化があったとはいえない。

次に霧日数の多い時代と少ない時代とに分けて、同様の分布表を作ると第3表のようになり、さらに変化の程度は小さく、統計的には霧の多い時代も湿度にははっきりした違いがでなかったことになる。

このことは、飯塚の霧がたとえ晴天の早朝に発生する場合が多かったとしても、純放射性の霧でない部分もかなり多かったのではないかということを示唆する。したがって、飯塚の霧が多かった原因には、気象要素に関する自然条件以外のものが大きく影響を与えていたことが想像される。

(5) 自然環境の変化

水蒸気補給源としての河川・湖沼などの開水面の分布や面積に変化があれば、また植生を含む地表からの蒸発散の形態に大きな差が生ずれば、霧の発生にも影響してくるはずである。飯塚市内の中心を流れ、霧の多く発生する場所として知られる遠賀川の水量が戦前より減少しているのは写真その他の記録から事実であるといえる。記録(遠賀川工事事務所:遠賀川の概要(1965))のはっきりしている1956年以後は多少の減少傾向が見られるが、年々の変動はかなり大きい。そして10月以後の冬半年の例では、流量の多い年でも霧日数減少の傾向は変わらないし、また流量の少なかった1957年から1960年にかけて、霧日数の第2の極大期があり、現在の流量と霧日数の間の相関関係はほとんどないといえる。

5. まとめ

1936年の観測開始以来、飯塚市は炭じんを混じえた黒いよごれた霧の多発地として著名であったが、1960年以後は急激に減少した。その原因としては、自然の気候変動や自然環境の変化よりも、出炭量の減少が最大のものと考えられる。

出炭量の変化に関連して、霧の発生に変動要因となるのは、前述の論議で示したように、炭じん、石炭燃焼による排出ばい煙、および人口の変化である。このうち、人口の変化は関係の最も深いものとはいえなくなったので、炭じんとばい煙の合わさったものの関係が深いといえる。炭じんとばい煙についてはともに資料が整備されていないので、検討は困難であるが、ばい煙は凝結核になることと視程悪化の原因になることの作用があり、炭じんには視程悪化の役割が顕著である。炭じんが凝結核として働くという積極的な証拠はまだ報告されていないようであるが、ばい煙と混合すると mixed nuclei として活性が高くなる。出炭方法の改良にともなって、炭じん放出がとくに減少したと思われる1963年以後は霧日数の減少が顕著であることは、この考え方を支持するものといえる。

結局、飯塚では、石炭燃焼に伴う凝結核の増減に炭じんが加わって mixed nuclei の変動があり、それに石炭産出に伴う炭じんの空中浮遊に基づく視程悪化とが合成されて、霧日数の永年変動に反映したものといえる。こ

これらの要因が近年激減したために、霧日数も最大時の1/3以下にもなり、飯塚の自然の霧日数に近づいたと考えられる。もちろん、この場合でも盆地霧の発生しやすい条件はあまり変わっていないので、霧の多い地方であることには変わりがない。

謝辞 資料の収集に際しては、飯塚市役所建設部鉱害課・建設省九州地方建設局遠賀川工事事務所・飯塚測候所の方々および貝島重広氏（当時日本大学学生）の御協力を得た。厚く感謝する次第である。なお、この研究には文部省科研費（環境の破壊と保全に関する地理学的研究昭和46～48年度）の一部を使用した。

文献

土井仙吉, 1969: 筑豊炭田の衰退と産炭地域の振興。

地理, 14(2), 24-30.
 福岡管区気象台, 1960: 福岡県の気象, p. 6.
 Kraus, E., 1945: Climate made by man, Quart. J. Roy. Met. Soc., 71, 397-412.
 牧園俊夫, 1958: 飯塚の霧と災害について, 天気, 5, 345-346.
 Neiburger, M., 1967: Physical factors in precipitation processes and their influence on the effectiveness of cloud seeding, Proc. 5 th Berkeley Symp. Mathematical Statistics and Probability, 1965-1966. Vol. 5 (Weather modification), 1-27.
 佐藤武雄・小川善明, 1956, 1957: 飯塚市で観測された煤煙について (1), (2), 天気, 4, 345-348; 5, 14-16.
 山田三郎, 1961: 飯塚におけるばい煙・ちりの量と気象条件, 研究時報, 13, 472-478.

日本気象学会誌
 気象集誌

第II輯 第52巻 第2号 1974年4月

瓜生道也・守田 治・野口晋孝・沢田 竜吉: 回転水槽中の熱輸送の測定…… 93-105
 M.A. Estoque, C.S. Cheng: 熱帯波動擾乱の理論的研究 ……106-119
 岩 嶋 樹 也: 大気中における超長波の解析的研究 (II) 第2部 成層圏突然昇温前後の超長波エネルギーの過程……120-142
 J.H.E. Clark: 強制プラネタリー波の準共振的発達に対する大気の応答特性……143-163
 近 藤 洋 輝: 積雲対流の発達の数値実験……164-174
 D.N. Sikdar, R.S. Cram: SIRS からみた熱帯大西洋上部対流圏の等圧面温度と高度場……175-187
 二 宮 洸 三: 1968年2月黒潮海域における小領域内の積雲対流の bulk 的特徴……188-203
 K.D. Min, L.H. Horn: アジアと北アメリカ東岸にそう顕熱による有効位置エネルギー生成……204-217
 E.C. Kung, J.B. Behrens: 高層風資料を用いて解析したサブシノプチック・スケールの乱れのエネルギー……218-229
 A.S. Ramachandra Murty, Bh. V. Ramana Murty: セメント-transitory な氷晶核能力を持つ物質として……230-237
 R.F. Griffiths, J. Latham: 氷の表面電気伝導度の新しい測定法 ……238-242

要 報 と 質 疑

近 藤 洋 輝: 積雲対流の発達の数値実験 (補) ……243-246
 Chih-Pei Chang: 水平方向に伝播する熱帯の波動 ……247-249
 二 宮 洸 三: はぼ定常的に移動した雷雨の周辺の中規模風速場の客観解析の一例……250-253
 新 田 勅・S. Esbensen: BOMEX のデータを用いた西大西洋貿易風帯における日変化の解析……254-257
 山 形 俊 男: β -面上の順圧不安定により生じた有限振幅うずの卓越スケールについて……258-260