

南国市稲生地区の粉じん調査

— 第2報 —

矢部 武男・西山 泰彦
白木 恭一・原田 浩平

Investigation of Road Dust and Dustfall in Inabu area, Nangoku City, Kochi (II)

Takeo YABE, Yasuhiko NISHIYAMA
Kyoichi SHIRAKI, Kohei HARADA

高知県南国市稲生において道路沿いの粉じん濃度の調査を行った。前回は当地区全域について調査し、報告¹⁾したが、今回は当地区の衣笠地区に調査区域を限定し、車による道路からの巻き上げ粉じんと降下ばいじん量について検討した。巻き上げ粉じんについては、道路に散水した場合と散水しない場合について、ハイボリュームエアサンプラーにより、道路からの距離別に粉じん濃度を測定した。その結果高い粉じん量を示す範囲は道路のごく近傍に限られ、道路端における粉じん濃度は車の走行台数及び風速に左右されることが判った。散水による粉じん濃度の低減効果も認められ、特に道路端において大きいことが認められた。降下ばいじん量分布については大きく2グループに分けることができ、位置関係から、それぞれの測定地点における降下ばいじん量に影響する粉じん発生源を推定することができた。

1. はじめに

高知県南国市の稲生地区は古くから石灰石産出地としてその加工製品の出荷が盛んであり、県内地場産業として、重要な地位を占めている。地区一带には旧式の土中釜や最新の機械設備による粉碎、焼成、消化、袋詰めなどの工程のある工場群が立地している。粉じん濃度は県内の他の地域に比べきわめて高い。近年、地元住民及び企業の努力により次第に改善傾向にあるものの、当地区において測定を続けているデポジットゲージ法による降下ばいじん量においても10トン/㎏/月に近い状況がみられ、全国的にも降下ばいじん濃度の高い地域に属している。粉じんの発生源としては、石灰石採石場からの発破、ダンプカーによる搬出、石灰工場群における各工程からの発生、車の走行による道路堆積粉じんの巻き上げなどが考えられる。

前報¹⁾においては、稲生地区全体を対象として年間

の気象（風向風速）変化、降下ばいじん量、浮遊粉じん濃度及びその他の汚染物質濃度の分布調査を行い、その結果、風向と発生源の位置関係から各地点の粉じん濃度と発生源の関係は推定できた。また、工場群の中心部から北東に位置する住宅地である衣笠地区においても、降下ばいじん量が多いことが判った。

しかし、この原因が工場群から発生した粉じんの移流か、車による道路からの巻き上げ粉じんによるものか不明であった。

今回、これらを解明することを目的とし、調査を行った。その方法として、道路に散水し、巻き上げ粉じんを除いた条件での粉じん濃度と、散水しない通常の条件でのそれとを比較すると共に粉じん濃度、車種別走行台数、風速のデータをもとに解析を試みた。降下ばいじん量については、衣笠地区に限定し、12地点にダストジャーを設置し、11ヶ月間の降下ばいじん量の分布を調査した。得られたデータをクラスター分析に

より分類し、粉じん発生源の推定を試みた。

2. 調査方法

2.1. 測定機器および調査用具

ハイボリュームエアースンプラー

愛知時計ATP-AI-S 10μカットなし 3台

風向風速計

小笠原計器 PR-550

ダストジャー

タッパウエア製 220mmH×95mmφ 12個

散水車

2 ton車 1台

2.2. 調査地点および調査方法

2.2.1. 道路粉じん調査

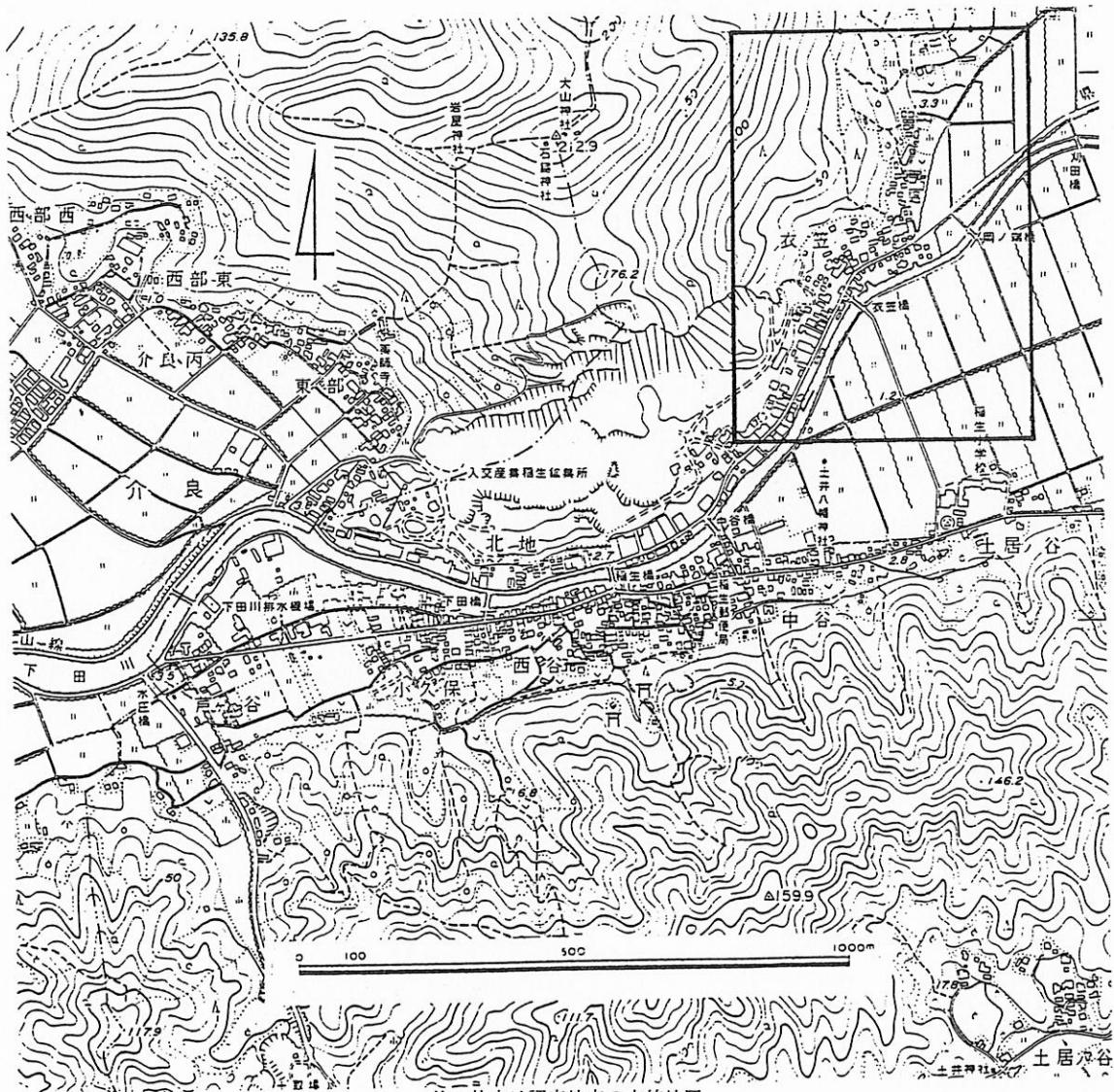
調査地点をを図1, 図2に示す。

調査対象道路は高知市仁井田より南国市に通じる道路幅6m, 2車線の県道であり, 昼間は石灰製品などを積載したダンプカーが多く, 朝夕は高知市への通勤車が多い。

調査は散水しない状態で昭和62年7月28日, 29日, 散水した状態で31日, 8月18日の各2回にわたって行った。

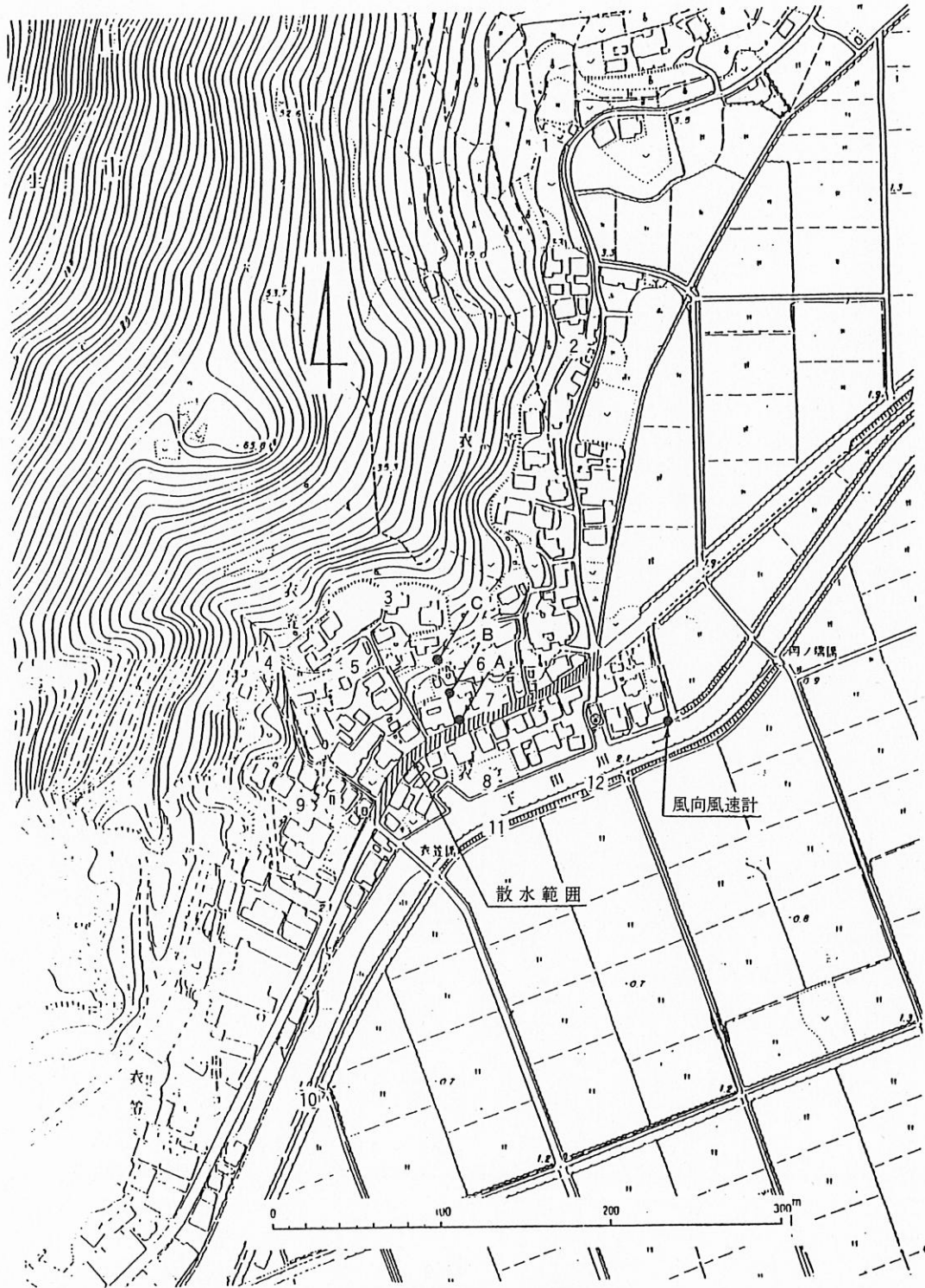
各測定日の高知県地方の気象状況は次の通りであった。

7月28日: 太平洋高気圧に覆われ暑い晴天. 午後は大気の状態が不安定で, ところによりにわか雨。



注: 枠内は調査地点の衣笠地区

図1 稲生全体地図



注：1～12：ダストジャー設置地点
A. B. C：道路粉じん調査地点

図2 衣笠地区と測定地点

高知地方气象台, 午前9時風弱く曇.

7月29日: 小型台風が足摺岬はるか南海上に北上中.

高知地方气象台, 午前9時西北西1m薄曇.

7月31日: 台風は日本の東海上に遠離り, 再び太平洋高気圧に覆われる. 前線がゆっくり南下して大気の状態は不安定.

高知地方气象台, 午前9時東1m曇.

8月18日: 西日本を覆っている太平洋高気圧はやや弱まり, 日本海からは前線が南下してきたので不安定な気象状態, 雲が多めでにわか雨や雷雨が起こりやすい.

高知地方气象台, 午前9時東南東1m薄曇.

散水範囲は粉じんの飛散を考慮して, 図2に示す測定地点の東西80mずつの区間とした. なお道路面が常時湿っている状態を保つように, 調査開始30分前より散水を始め, 約20分おきに2トン散水車で散水を続けた. ハイ・ボリュームエアサンプラーによる粉じん濃度の測定地点は, 図2に示したように, 道路に直角, 北方向に, 道路端(A地点), 端より18m離れた場所(B

地点), B点より更に20m離れた場所(C地点)で行った.

サンプリングは1日6回, (8時, 9時, 12時, 13時, 17時, 18時より各50分間)実施した. 又それと同時に車の走行台数を計数した. 風向風速については図2に示した地点に計器を設置し, 観測を行った.

2.2.2. 降下ばいじん調査

ダストジャーを図2に示した12地点に, 地上高約1.5mに設置した. 毎月1回回収し, 降下ばいじん量を測定した.

調査期間 昭和62年7月~昭和63年5月

3. 調査結果

3.1. 道路粉じん調査

調査結果を表1~表4に示した.

なお調査の結果にもとづき, A, B, C地点のそれぞれの場所における粉じん濃度と走行台数, 粉じん濃度

表1 非散水時の風, 交通量, 粉じん濃度調査結果

62年7月28日

単位	大型 (台)	普通 (台)	二輪 (台)	合計 (台)	主風向	平均風速 (m/s)	A地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	B地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
8時	64	412	32	508	SW-SSW	1.4	704	318	297
9時	62	218	12	292	SSW	1.3	521	247	226
12時	56	168	16	240	ESS	2.8	127	101	65
13時	70	228	26	324	ESS	3.0	228	69	64
17時	42	358	38	438	ESS	1.4	147	110	44
18時	18	320	36	374	ES	0.9	229	146	47
最小	18	168	12	240		0.9	127	69	44
最大	70	412	38	508		3.0	704	318	297
平均	52	284	27	368		1.8	326	165	124

表2 非散水時の風, 交通量, 粉じん濃度調査結果

62年7月29日

単位	大型 (台)	普通 (台)	二輪 (台)	合計 (台)	主風向	平均風速 (m/s)	A地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	B地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
8時	94	370	44	508	E-NEE	1.1	1,357	286	210
9時	72	278	24	374	SSW	1.3	1,092	147	240
12時	60	204	12	276	ESS	2.6	337	211	143
13時	80	194	16	290	S	2.9	319	156	67
17時	62	354	44	460	SSW	1.9	597	199	65
18時	32	340	44	416	SSW	1.2	233	149	62
最小	32	194	12	276		1.1	233	147	62
最大	94	370	44	508		2.9	1,357	286	240
平均	67	290	31	387		1.8	656	191	131

表3 散水時の風, 交通量, 粉じん濃度調査結果

62年7月31日

単 位	大型 (台)	普通 (台)	二輪 (台)	合計 (台)	主風向	平均風速 (m/s)	A地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	B地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
8 時	106	386	32	524	NNE	1.2	464	124	18
9 時	66	232	30	328	E	1.1	200	172	140
12 時	44	182	34	260	S	2.4	154	123	58
13 時	78	190	18	286	S-SE	1.4	173	108	3
17 時	32	338	44	414	SW-WNN	0.6	183	136	45
18 時	18	294	48	360	NE-NNE	0.7	231	122	***
最 小	18	182	18	260		0.6	154	108	3
最 大	106	386	48	524		2.4	464	172	140
平 均	57	270	34	362		1.2	234	131	53

表4 散水時の風, 交通量, 粉じん濃度調査結果

62年8月18日

単 位	大型 (台)	普通 (台)	二輪 (台)	合計 (台)	主風向	平均風速 (m/s)	A地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	B地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	C地点 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
8 時	78	400	20	498	N	1.3	471	132	113
9 時	44	234	16	294	ESS	0.9	246	89	87
12 時	36	184	24	244	ESS	2.4	160	97	92
13 時	70	218	26	314	ESS	3.2	213	80	112
17 時	14	342	40	396	N	1.4	211	85	66
18 時	10	328	36	374	W	0.6	161	85	138
最 小	10	184	16	244		0.6	160	80	66
最 大	78	400	40	498		3.2	471	132	138
平 均	42	284	27	363		1.6	244	95	101

と風速の関係を, 散水した場合と散水しない場合に分けて, 図3~図10に示した. 又それらの結果より次のことが判った.

(1) 交通量は朝と夕にピークがあり400台~500台/時, 昼は300台/時であった.

(2) 朝と夕の風速は小さく1.5m/s 前後, 昼は風速が大きく2~3m/sであった. 風向は日によって異なったが昼はだいたい南よりの風であった. ただし, 実測をしなかったが, 粉じん濃度測定地点においては, 道路に沿ったW風が多いことが観察された.

(3) 粉じん濃度は朝が高く, 昼に低く, 夕はやや高い傾向が認められた.

粉じん濃度測定結果を非散水時, 散水時に分け, それぞれ2日間の平均値で, 表5に示した.

粉じん濃度は道路端で極めて高く, 道路から離れるに従って急速な減少を示した. また朝, 昼, 夕について非散水時と散水時の濃度変化をみると, 朝ではA地点で62.5%, B地点で48.2%, C地点で63.0%それぞれ

表5 粉じん濃度測定結果
散水時, 非散水時各2日間平均

地 点	非 散 水 時			散 水 時		
	A	B	C	A	B	C
朝	919	250	243	345 (62.5)	129 (48.2)	90 (63.0)
昼	255	134	85	175 (31.4)	102 (23.9)	66 (22.4)
夕	302	151	55	197 (34.8)	107 (29.1)	83 (+50.9)
平 均	491	178	128	239 (42.9)	113 (33.8)	80 (11.5)

()内は濃度低減率% 単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

れ減, 昼ではA地点で31.4%, B地点で23.9%, C地点で22.4%それぞれ減, 夕ではA地点で34.8%, B地点で29.1%減, であったがC地点において50.9%増が認められた.

3.2. 降下ばいじん量調査

調査結果を表6に示した.

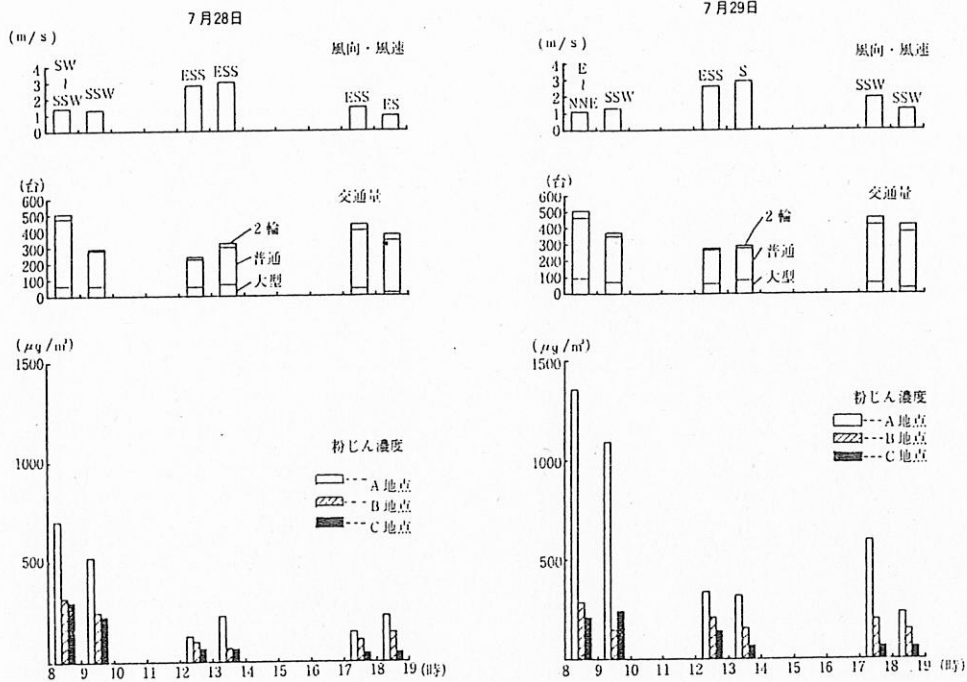


図3 非散水時の風、交通量、粉じん濃度調査結果

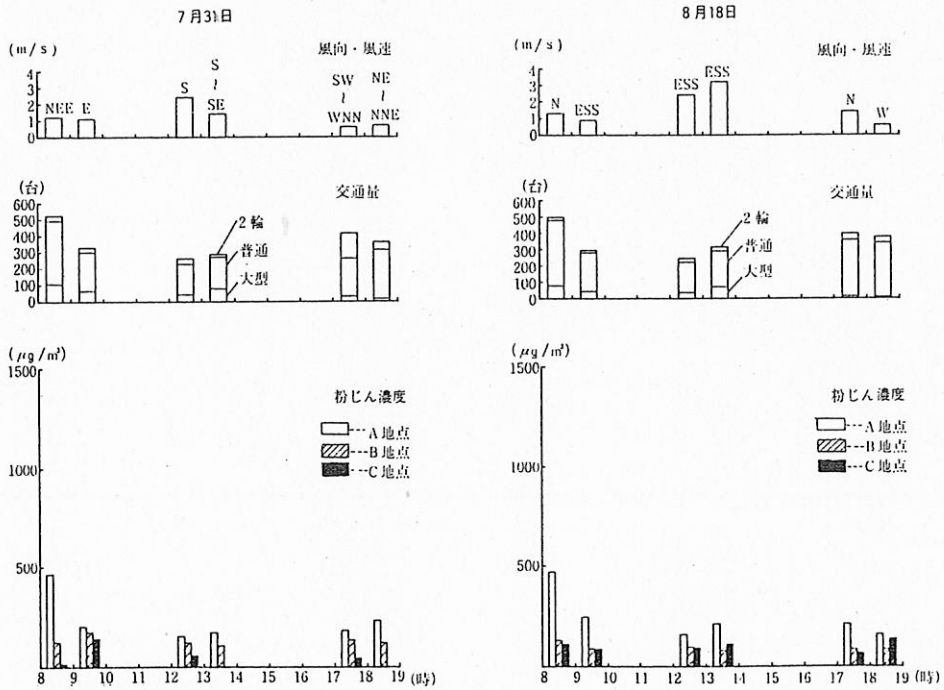


図4 非散水時の風、交通量、粉じん濃度調査結果

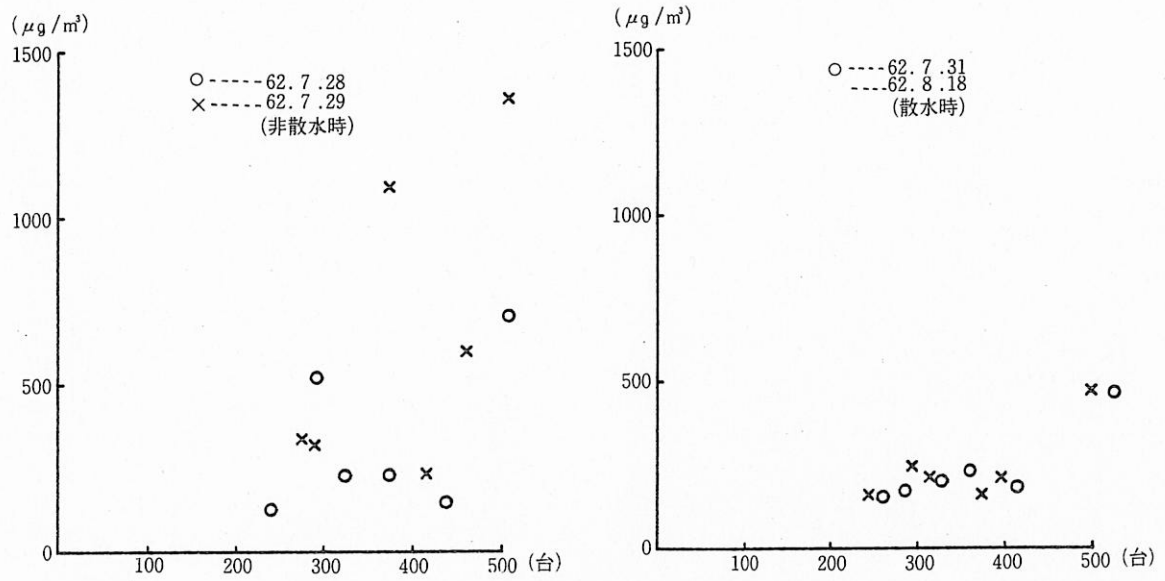


図5 交通量と粉じん濃度の関係 (A地点)

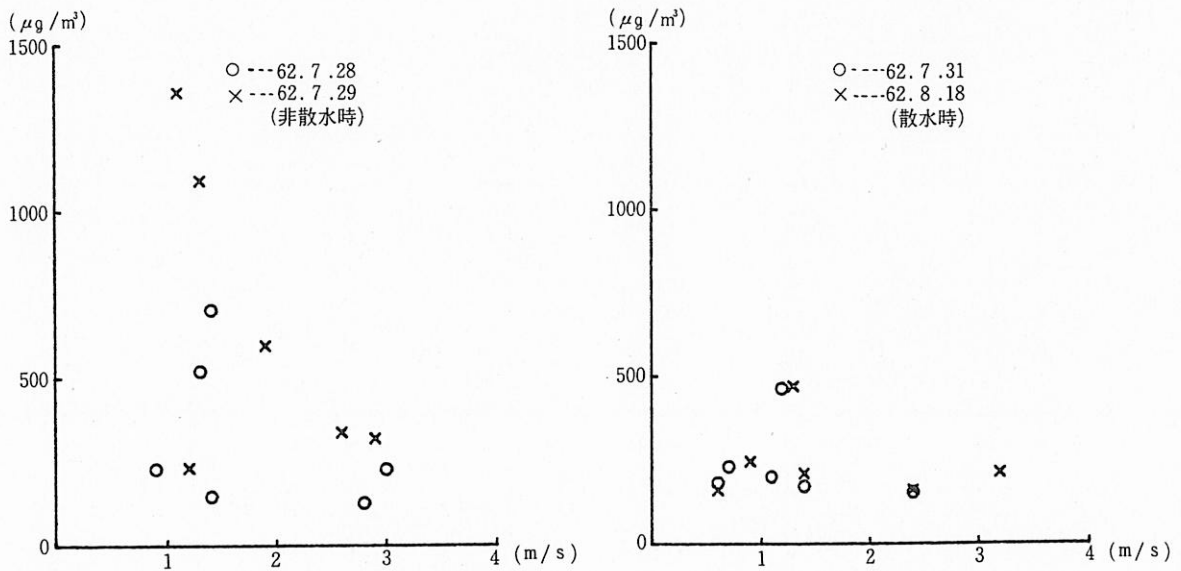


図6 風速と粉じん濃度の関係 (A地点)

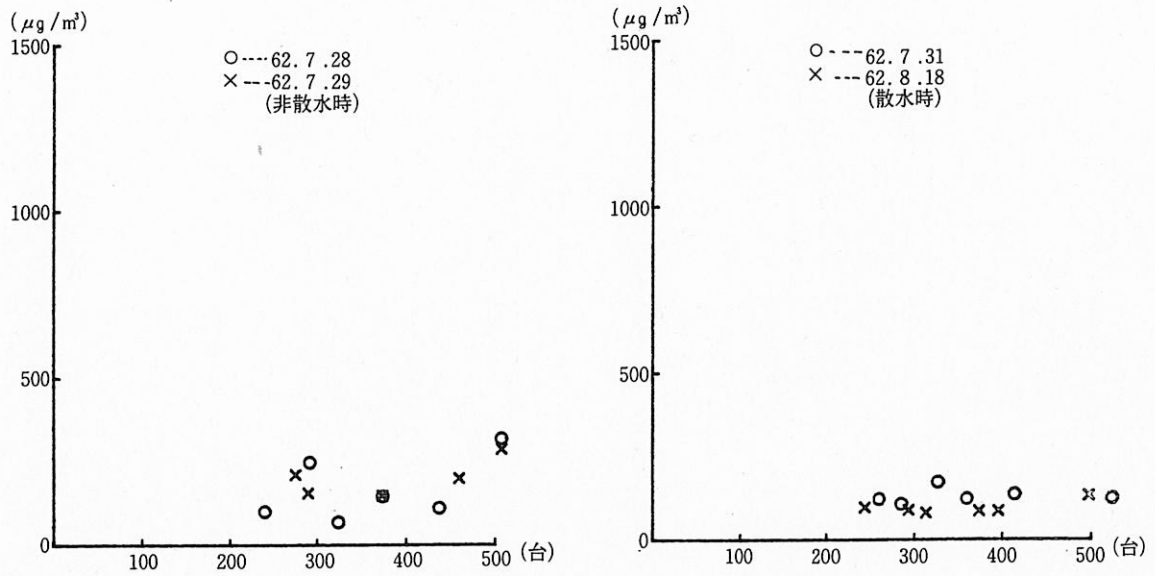


図7 交通量と粉じん濃度の関係 (B地点)

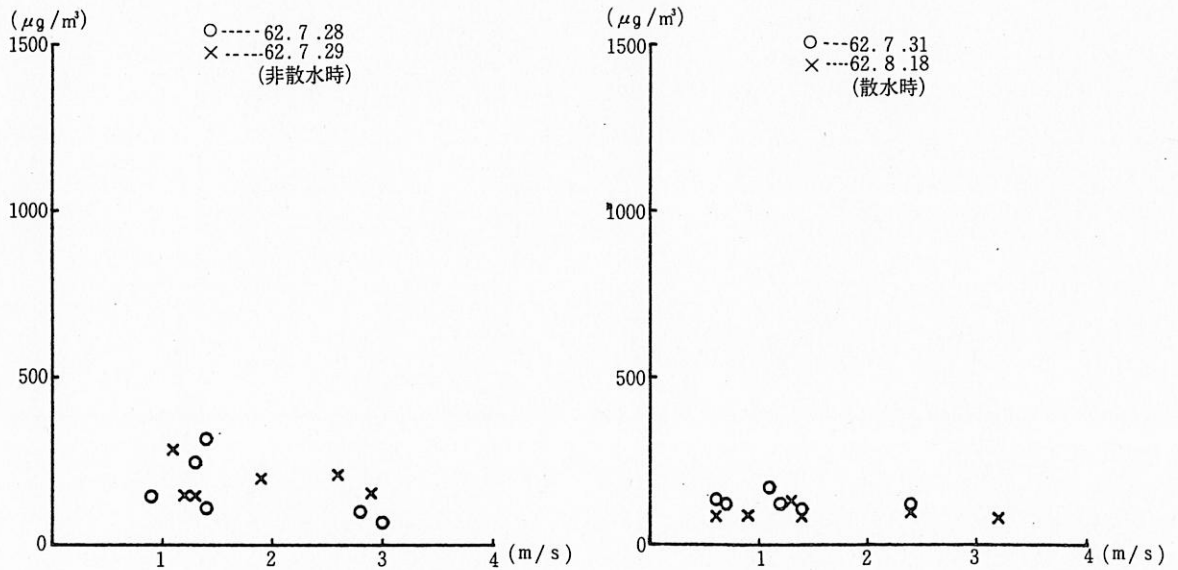


図8 風速と粉じん濃度の関係 (B地点)

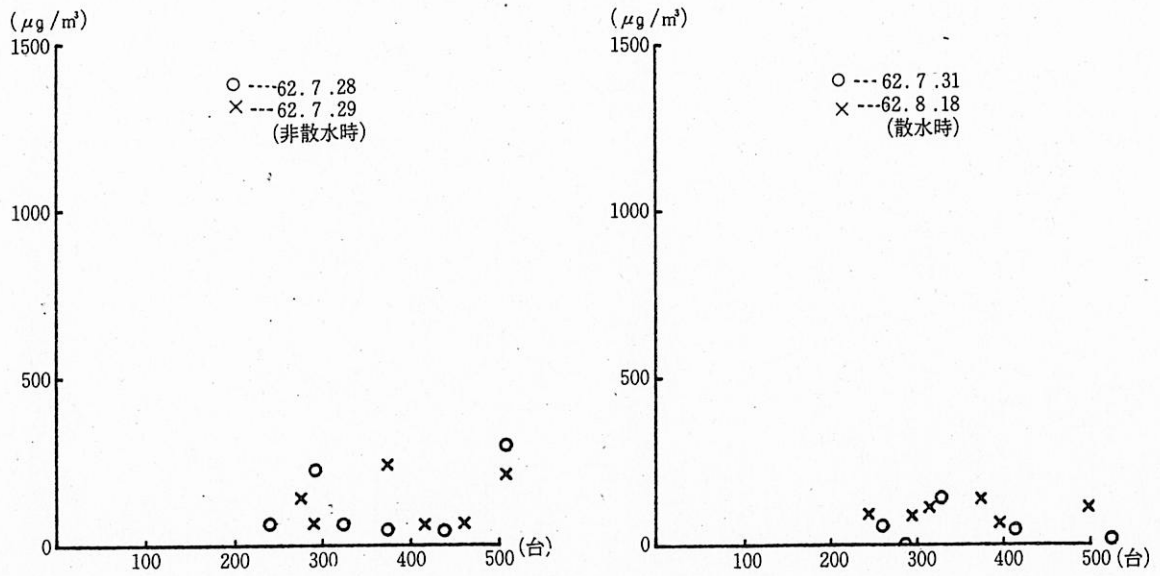


図9 交通量と粉じん濃度の関係 (C地点)

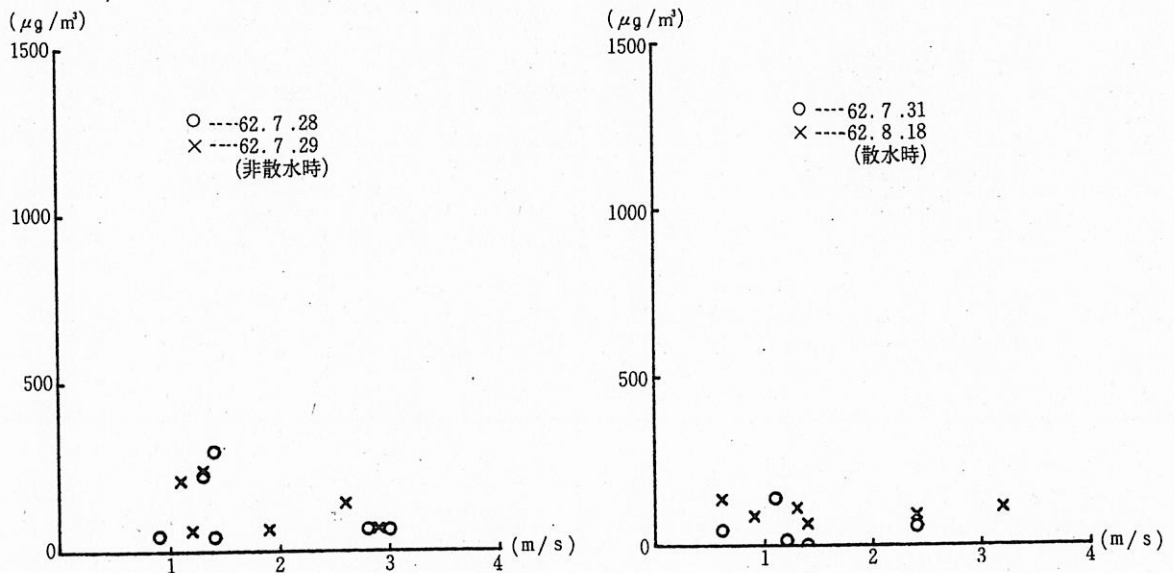


図10 風速と粉じん濃度の関係 (C地点)

表6 降下ばいじん量測定結果

St.No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
62年7月	2.79	3.29	3.00	3.00	3.56	3.53	6.89	4.01	6.75	6.35	3.47	3.56	4.18
8月	2.81	3.48	2.68	3.62	3.10	3.70	7.13	3.92	8.00	4.25	2.95	2.93	4.05
9月	1.50	2.08	2.00	2.37	2.43	2.10	3.20	1.81	4.47	3.18	2.29	2.91	2.53
10月	1.46	1.00	2.97	2.46	3.67	3.16	7.69	4.43	4.72	3.42	2.13	2.12	3.27
11月	1.84	2.18	3.74	4.00	3.78	4.23	6.95	4.88	8.39	8.25	3.25	3.14	4.55
12月	1.91	2.67	3.89	3.04	4.17	4.37	6.24	3.87	7.06	7.29	2.92	2.60	4.17
63年1月	1.99	2.95	4.80	3.43	5.59	6.34	13.39	5.38	17.28	14.59	3.22	3.55	6.88
2月	2.16	2.76	3.20	3.67	5.24	5.19	10.03	5.16	3.85	7.60	1.99	2.73	4.47
3月	2.21	2.61	2.21	2.09	2.83	2.84	4.16	3.04	5.64	5.47	2.76	2.67	3.21
4月	1.62	5.33	5.16	5.43	6.41	6.78	9.11	7.32	8.94	10.02	6.54	5.97	6.55
5月	0.73	0.98	0.93	1.02	1.15	1.35	2.14	1.07	2.10	2.20	1.12	1.01	1.32
平均	1.92	2.71	3.12	3.10	3.78	3.94	6.91	4.07	6.96	6.53	3.00	3.04	

単位： トン/㎥/月

St. 7, 9, 10における降下ばいじん量が高く、次いでSt. 5, 6, 8が高かった。山沿いのSt. 3, 4と川の南岸のSt. 11, 12が同レベルであった。北に離れた位置にあるSt. 1, 2はもっとも低く、St. 1と2ではSt. 2がやや高めであった。

4. 考察

4.1. 道路粉じん調査

粉じん濃度に対して大型車、小型車、二輪車の各車種別の走行台数と風速を説明変数として次式により重回帰分析を行った。

$$D = aL + bS + cB + dW + k$$

D: 粉じん量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

L: 大型車 (台数)

S: 小型車 (台数)

B: 二輪車 (台数)

W: 風速 (m/s)

a, b, c, d, k: 係数及び定数

変数減少法を用いた結果、次の回帰式が得られた。

(1) A地点

散水しない場合

$$D = 16.85L - 364.0W + 152$$

$$R = 0.95^{**}$$

$$R_{DL-W} = 0.93^{**}$$

$$R_{DW-L} = -0.91^{**}$$

散水した場合

$$D = 2.21L + 0.92S - 127$$

$$R = 0.92^{**}$$

$$R_{DL-S} = 0.84^{**}$$

$$R_{DS-L} = 0.86^{**}$$

注: **は危険率1%で有意

散水しない場合の粉じん濃度は大型車走行台数とプラス、風速とマイナスの相関が認められた。粉じん濃度に影響を与える要因は、小型車及び二輪車の走行台数では小さく、風速が大きくなると粉じん濃度が低くなると考えられた。

散水した場合の粉じん濃度は大型車、小型車共に走行台数と相関が認められ、風速とは有意の相関が認められなかった。このことは、散水により巻き上げ粉じん量が減少し、相対的に排出ガスの影響が大きくなるためと考えられた。A地点における散水による粉じん濃度の低減効果は約42%であった。

(2) B, C地点

いずれも上の重回帰式における有意の相関は認められなかったが、散水による粉じん濃度低減効果は約B地点で34%、C地点で11%となった。

これらのことより道路からの巻き上げ粉じん低減には散水を行うことが効果的であることが判った。

4.2. 降下ばいじん量調査

12測定地点での11ヶ月の全データをもとにクラスター分析²⁾し、そのデンドログラムを図11に示した。

降下ばいじん量の濃度分布はSt. 7, 9, 10のグループとそれ以外のグループに大きく分けられた。前者のグループについては次のことが推察された。(1) St. 7は道路端であり、車による巻き上げ粉じんの影響が大きい。(2) St. 9は道路から約40m北西側に離れているため道路からの影響は小さく、主に工場群からの移流による。(3) St. 10は、工場群に最も近接していること

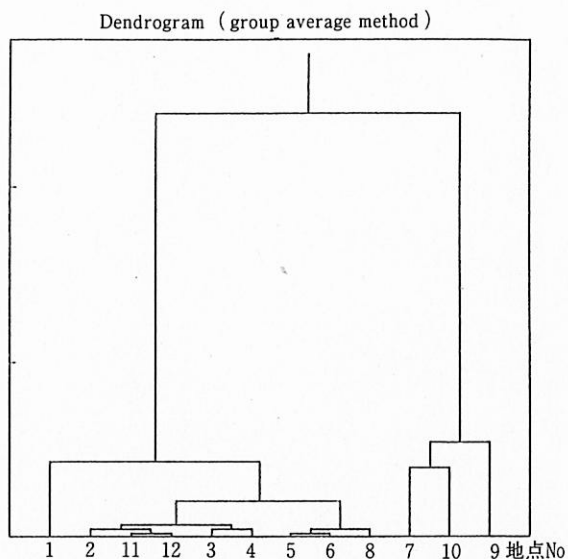


図11 降下ばいじん量分布のデンドログラム

から移流による影響をうけ、さらに道路から約40m離れた川の対岸に位置するが、W風が卓越する地点のため、道路からの影響も大きい。(4)St.7, 9, 10の類似性については工場群の稼働と大型車の走行が同じ時間帯にあることによる。

後者のグループについては、位置関係から工場群からの移流による影響は同程度と考えられた。St.5, 6, 8がSt.3, 4に比べ濃度が高い原因は、St.5, 6は道路に近く、巻き上げ粉じんの影響を受けるためと考えられた。

5. おわりに

高知県南国市稲生の石灰石産出地に隣接する住宅地の衣笠地区で道路の巻き上げ粉じん量の調査を行った。その結果、車の走行による巻き上げ粉じん量は道路の近傍で多く、道路端においては、粉じん濃度と走行台数、風速に一定の相関が認められた。道路の散水による濃度低減効果は道路端で43%、18m離れた地点で34%、更に20m離れた地点で11%であった。

降下ばいじん量の測定結果をクラスター分析した結果、降下ばいじん量の高い3地点とそれ以外の地点の2グループに分けられた。前者は工場の操業に伴う移流と大型車による道路の巻き上げ粉じんの影響が大きく、後者は工場の操業に伴う影響が少なかった。

当地区では、これらの調査結果をもとに粉じん対策を講ずる必要が認められる。

最後に、調査にあたりご協力戴いた南国市役所生活環境課の職員の方々と地元住民の皆様に深く感謝いたします。

文献

- 1) 矢部武男ら：南国市稲生地区の粉じん調査，高知県公害防止センター所報，3，11-25，1986.
- 2) パソコン統計解析ハンドブック(3)，共立出版，1984.