報 文

道路粉塵中アスファルト油分の消失除去に 及ぼす有機水散布効果

Effect of Road-Spray Treatment Using Water Extracts
from Withered Leaf on the Removal of Heavy Oil by Road-Dust.

渡 辺 紀 元 *・岸 政 美 **

ABSTRACT

Road-Spray treatment using water extracts from withered leaf of oak was carried out during March 24th through April 10th in 1988. The samples of dust particles were collected at road edge from both zones on Road-Spray treatment and non-treatment. The objective of this research was to evaluate the Road-Spray treatment for removing heavy oil in road-dust originated from asphalt. The heavy oil contents in road-dust samples were determined by three methods, i. e., IR-and UV-absorption spectrum and absorbancy at 370nm.

The heavy oil concentrations were lower for treated samples than that for non-treatment samples on all of particle size.

This trend was remarkably observed in the fractions below $105\mu\text{m}$. That is, the heavy oil concentrations including three methods ranged from 0.13 to 8.86% for treatment samples, and from 0.26 to 11.22% for non-treatment.

Additionally, the removal values of liquid paraffin in contact with road-dust samples were determined by decreased rate of IR-absorption peak around wave numbers, i. e., 2920, 2850, 1460 and 1380cm^{-1} , respectively.

Sum of removal values by four different wave numbers ranged from 39.1 to 44.0% for treated samples, and from 12.7 to 33.9% for non-treatment.

When compared with the removal of 2920cm^{-1} signal peculiar to B heavy oil, the values of treated samples was from 2.2 to 22.3 times greater than that for non-treatment in $<105\mu\text{m}$ fractions.

These results suggest that Road-Spray treatment with extracts from withered leaf has marked effect on the degradation of asphalt oil in road-dust.

摘 要

1988年3月24日～4月10日の期間、柏の枯葉より抽出した有機水を全長1kmの道路に合計72トン散布した。散布後、散布区と非散布区の道路粉塵を供試し、試料中の重油分を赤外法、紫外法、色度法により定量した。これと併せて、バッチ法により試料の重油分（流動パラフィン）除去量を赤外吸収ピークの初濃度に対する消失割合から求めた。

道路粉塵中の重油分濃度は、各定量法とも非散布区に比べ散布区で低下し、両区間差は 105μ 以下画分で顕著であった。また、試料の重油分除去率は、粒径の小さいほど高くなり、これを最小粒径（ $<40\mu$ ）でみると、車粉に特徴的な 2920cm^{-1} 付近における吸収ピークの消失率は、非散布区（12.2%）に比べ散布区（27.4%）で約2倍上昇した。以上のことから、有機水の道路散布は、道路粉塵中重油分の消失除去に効果のあることが確認された。

* 北海道工業大学教養部化学教授 Norimoto WATANABE
** " " 講師 Masami KISHI

1989年4月15日受理

1. 緒 言

既報¹⁾において、札幌市近郊河川、湖沼底質の車粉塵汚染度の評価法を検討するため、試料よりのCCl₄抽出液につき、赤外および紫外吸光度を走査測定した。その結果、2900cm⁻¹付近の吸収（赤外法）、260nmの極大吸収（紫外法）、370nmの吸収（色度法）の各吸光値が、供試量の増加とともに上昇し、これらの値は試料の炭素濃度と高い相関関係が認められた。また、上記の吸収特性は、B重油および対照アスファルト粉塵とも顕著に認められ、両試料の赤外および紫外吸収スペクトルパターンがほぼ一致した。このことから、アスファルト粉塵由来の重油分定量法として上述の赤外法、紫外法、色度法が有効であるものと推察した。

以上の点を参考にして、著者ら²⁾は、1988年3月下旬～4月上旬の期間、柏の枯葉よりの水抽出液（以下、有機水と記す）を道道石狩手稲線1kmの路面に散布し、散布後、道路端より採取した粉塵の理化学的性質について水道水散布区（以下、非散布区と記す）より採取した粉塵を対照に比較・検討した。その結果、車粉塵固有の2900cm⁻¹付近の吸収³⁾およびCCl₄抽出液による260nm付近の吸収が各々弱まることを認めた。

本研究では、これらの点に着目して、散布区と非散布区の道路粉塵を供試し、試料中のアスファルト由来重油分を赤外法、紫外法、色度法の各側面から定量的に把握しようとした。これと併せて、粉塵試料による重油分除去量について、一定条件下で基礎データを得るため、バッチ法を用いて赤外吸収特性から定量を試みた。本報では、道路粉塵中のアスファルト油分の消失除去に及ぼす有機水散布の影響を定量的に明らかにしようとした。

2. 実験方法

2.1 有機水散布試験

1988年3月24日～4月10日の期間、1日当たり2トン用散水車で2または3回、合計72トンの有機水を道路全面に散布した。散布地点は、道道石狩手稲線の西区手稲前田572番地を中心に全長1km範囲に上記と同量の水道水を散布した。有機水の調製は、柏の枯葉1g：水道水1ℓの比率で24時間室温抽出し、この抽出液を水道水で2～4倍に希釈したものを散水した。散水時における有機水中腐植酸濃度の平均値は、49.2μg/mlである。なお、腐植酸の抽出と精製は、新篠津泥炭土壌を供試し、0.1M NaOHで沸とう水中1時間抽出し、その後、3M H₂SO₄でpH1にして一昼夜放置し腐植酸を沈澱させた。このNaOH溶液による溶解とH₂SO₄添加による沈澱操作を合計3回くり返して腐植酸を生成した⁴⁾。有機水の腐植酸濃度は、450nmの吸光度を測定し定量した⁵⁾。

2.2 供試試料

1988年4月11日に散布区および非散布区の各地点の道路端より道路粉塵をほうきで約5kgビニール袋に捕集した。採取粉塵は風乾後、電磁式ふるい振とう器で<40μ、40～63μ、63～105μ、105～250μ、250～420μ、420～840μの各粒径に分画し、分析用試料とした。

対照アスファルト粉塵は道工大構内より採取したアスファルト道路片を乳鉢で磨砕し作成した。

供試試料の分析方法は次のとおりである。比重はゲイリュサック型比重びんによる土質試験法⁶⁾。水分、pH、ECの測定は、土壤標準分析・測定法⁷⁾。強熱減量は、底質調査方法⁸⁾。C、NはCNコーダーによる定量。

表1 有機水散布区、非散布区道路粉塵の理化学的性質

試料	粒径 (μ)	粒径分布 %	比重	水分 %	強熱減量 %	pH (H ₂ O)	EC μS/cm	T-C %	T-N %	C/N	CEC meq/100g
散布区	<40	1.4	2.422	1.48	9.92	—	—	5.29	0.061	86.7	14.14
	40～63	4.3	2.478	1.60	9.71	8.46	418	5.05	0.057	88.6	12.90
	63～105	11.4	2.545	1.50	6.97	8.53	271	3.73	0.039	95.6	8.98
	105～250	40.4	2.659	0.82	4.08	8.49	223	1.85	0.032	57.8	6.09
	250～420	19.5	2.658	0.90	3.00	8.67	241	1.22	0.023	53.0	6.81
	420～840	23.0	2.669	0.82	3.41	8.64	217	1.51	0.027	55.9	6.92
非散布区	<40	1.1	2.423	0.82	9.85	9.02	572	5.22	0.075	69.6	11.25
	40～63	11.1	2.633	0.72	7.15	9.06	398	3.88	0.050	77.6	7.85
	63～105	14.2	2.699	0.43	5.31	8.60	276	2.47	0.022	112.3	5.37
	105～250	32.6	2.638	0.44	3.97	8.61	217	1.73	0.047	36.8	4.95
	250～420	15.9	2.606	0.55	3.52	8.61	184	1.58	0.020	79.0	5.27
	420～840	25.1	2.592	0.58	3.12	8.68	162	1.28	0.013	98.5	4.96
アスファルト道路 乳鉢による磨砕			2.376	0.66	14.13	9.35	98	7.10	0.12	59.2	2.50

供試試料の理化学的性質を表1に示した。散布区粉塵は、非散布区に比べて各粒径とも、比重、水分、強熱減量、全炭素、CECで高くなる傾向にあり、これらの値は粒径が細くなるに伴い高くなった。アスファルト道路は、上述の道路粉塵試料に比べて、強熱減量、pH、全炭素、全窒素で著しく高く、CECで低かった。

2.3 B重油分定量法

赤外法：1000ppm B重油標準溶液（和光純薬・油分定量用）を CCl_4 希釈により10, 20, 50, 100, 200ppmの各濃度に調製した。上記標準溶液をエバポレーターで減圧乾固し、その乾固物をNaCl板に塗布した。この塗布物につき、赤外分光光度計で4000～650 cm^{-1} 範囲の吸光度を走査測定した。（図-1）

紫外法：1000ppm B重油標準溶液を CCl_4 希釈により、5, 10, 20, 30, 40ppmの各濃度に調製した。上記各標準溶液を1cm角石英セルにとり、紫外分光光度計で300～200nm範囲の吸光度を走査測定した。B重油の吸収スペクトルは、370～260nm範囲で波長の短かいほど吸光値が上昇し、260nm付近で極大、それ以下の波長で急激に低下、250nm以降で一定になる推移形態を示した（図-2）。260nm付近の極大と220nmの吸収値間の差と重油分濃度との間には、正比例に近い対応関係が認められた。この関係を重油分定量用の検量線として使用した（図-3・B）。

道路粉塵試料20mg、アスファルト道路2, 5, 10mgの3段階、以上の各供試量を各々の50ml遠沈管にとり、これに CCl_4 25ml加え1時間振とう抽出した。その後、8000rpmで10分間遠心分離し、その分離液をNo 2

図-1 B重油濃度と赤外吸収スペクトルの関係（NaCl板法）

図-2 B重油標準溶液の紫外吸収スペクトル

濾紙で濾過した。この濾液につき、上述の操作法により走査測定した。

色度法：1000ppm B重油標準溶液を CCl_4 希釈により、10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300ppmの各濃度に調製した。上記各標準溶液につき、1cm角ガラスセルにとり、370nmの吸光度を測定した。各標準溶液の吸光度は、重油分濃度の増加とともに上昇し、正比例に近い関係が認められた。この関係を重油分定量用の検量線として使用した（図-3・C）。

道路粉塵試料100mg、アスファルト道路10mgの各供試量を各々の50ml遠沈管にとり、これに CCl_4 25ml加え1時間振とう抽出した。抽出液は8000rpmで10分間遠心分離し、その分離液をNo 2濾紙で濾過した。濾液につき370nmの吸光度を測定した。以上の赤外法、紫外法、色度法による重油分濃度は、2900 cm^{-1} 付近の最大値、260nm付近の極大値、370nmの吸光度を各々の検量線から読みとり定量した。

2.4 バッチ法による流動パラフィンの消失除去量

粒径 $<40\mu$, $40\sim63\mu$, $63\sim105\mu$ の道路粉塵を供試した。試料1.0gを50ml遠沈管にとり、これに流動パラフィン25ml加え24時間振とうした。その後、8000rpmで10分間遠心分離により得られた上澄液についてNaCl板に塗布した。この塗布物につき、4000～650 cm^{-1} 範囲の吸光度を走査測定した。なお、対照として、試料無添加の流動パラフィンについても上述と同じ方法により測定した。試料の流動パラフィン除去率は、2920, 2850, 1460, 1380 cm^{-1} における対照試料のピーク値100に対する試料添加パラフィン液の各ピーク値

図-3 赤外法、紫外法、色度法によるB重油定量用検量線

の割合から求めた。

3. 実験結果および考察

対照アスファルト粉塵として、アスファルト道路の赤外吸収スペクトルを図-4に示した。KBr錠剤法、NaCl板塗布法とも、 2920 cm^{-1} 、 2850 cm^{-1} 付近に鋭い吸収、 1460 cm^{-1} 付近にブロードな吸収が認められた。これらの吸収シグナルは、脂肪族炭化水素に帰属されることから⁹⁾、アスファルト道路由来の重油分に起因すると考えられる。また、上記の各吸収は、錠剤法に比べてNaCl板法でシャープで大きなシグナルが観察された。

散布区および非散布区道路粉塵のNaCl板法による赤外吸収スペクトルを図-5、6に示した。粉塵試料は、アスファルト道路と同様に 2920 、 2850 、 1460 cm^{-1} 付近に吸収が認められた。車粉塵固有の 2900 cm^{-1} 付近の吸収は、各粒径とも、散布区が非散布区より弱まる傾向にあった。また、 1460 cm^{-1} 付近の吸収は、非散布

図-4 アスファルト道路の赤外吸収スペクトル

図-5 4月散布区粉塵よりの CCl_4 抽出液の粒径別赤外吸収スペクトル (NaCl板法) 図-6 4月非散布区粉塵よりの CCl_4 抽出液の粒径別赤外吸収スペクトル (NaCl板法)

区で弱い吸収が認められたが、散布区でほとんど観測にかからなかった。以上のことから、アスファルト道路固有の赤外吸収シグナルは、非散布区に比べて散布区で消失傾向の強いことが確認された。

アスファルト道路の紫外吸収スペクトルを図-7に示した。各供試量とも、260nm付近に鋭い吸収を有し、この吸収は供試量の増加に伴い正比例に近い関係で上昇した。この吸収スペクトルは、B重油標準溶液とほぼ一致することから、アスファルト粉塵由来の重油分に起因するものと考えられる。

散布区および非散布区粉塵の紫外吸収スペクトルを図-9に示した。吸収スペクトルは、各試料とも260nm付近に鋭いピークを有し、上述のB重油、アスファルト道路のスペクトルパターンと近似した。ただし、105 μ 以上の粗い画分では、ピーク付近の波長域がブロード化する傾向にあった。また、これらのピーク値は、各粒径とも散布区が非散布区より低下し、両区とも粒径が細くなるに伴い上昇した。

色度法による370nm吸収値は、上記紫外法の結果と同様に、散布区が非散布区より低く、両区とも粒径の細かいほど上昇した(図-8, 9)。

以上の赤外法、紫外法、色度法による各吸収値から、試料中重油分濃度を定量した。さらにアスファルト道路粉の重油分100に対する試料中重油分割合を車粉汚染率と定義し、表2に一括した。道路粉塵の重油分定量値は、色度法(11.22~1.87%の範囲)>紫外法(3.25~0.58%の範囲)>赤外法(0.54~0.08%の範囲)の順であり、各定量法間で著しい差が認められた。こ

図-7 アスファルト道路よりの CCl_4 抽出液の供試量別、紫外吸収スペクトル(NaCl板法)

図-8 4月散布区粉塵よりの CCl_4 抽出液の粒径別紫外吸収スペクトル

図-9 4月非散布区粉塵よりの CCl_4 抽出液の粒径別紫外吸収スペクトル

の原因として次のことが推察される。色度法では、 CCl_4 抽出による着色度を測定しているため、重油分以外の着色成分の混入が定量値を高めるものと考えられる。紫外法では、260nmの極大吸収を有するスペクトルパターンが重油分のそれとほぼ一致していることから、色度法に比べて帰属される重油成分が高いものと考えられる。赤外法では、NaCl板法による 2900cm^{-1} 付近の吸収を定量に適用する場合、再現性の点で低く¹⁰⁾、定性的な意味合いが強い。また、 CCl_4 抽出法では重油分の検出感度が低く、抽出条件による定量値の変動が大きいものと考えられる。

しかし、道路粉塵試料の重油分濃度は、各定量法とも、散布区が非散布区より低く、粒径間でみると、粒

表2 赤外法, 紫外法, 色度法による道路粉塵の粒径別重油濃度および車粉塵汚染率

試料	粒径	赤外吸光度法		紫外吸光度法		色度法	
		重油 (ppm)	車粉塵汚染率 (%)	重油 (%)	車粉塵汚染率 (%)	重油 (%)	車粉塵汚染率 (%)
散布区 粉塵	<40	2938	33.6	2.70	29.6	8.86	44.9
	40~63	1875	21.4	2.30	25.2	7.07	35.8
	63~105	1250	14.2	1.73	18.9	5.13	26.0
	105~250	1250	14.2	1.49	16.3	3.10	15.7
	250~420	750	8.6	0.58	6.4	2.26	11.4
	420~840	1375	15.7	0.95	10.4	1.87	9.5
非散布区 粉塵	<40	5375	61.4	3.25	35.6	11.22	56.8
	40~63	3250	37.1	3.15	34.5	9.70	49.1
	63~105	2600	29.7	2.61	28.6	8.14	41.2
	105~250	1625	18.6	1.38	15.1	4.73	23.9
	250~420	3600	41.1	0.58	6.4	3.05	15.4
	420~840	2000	22.9	0.76	8.3	2.09	10.6
道路アス ファルト	(乳鉢磨砕)	8750	100.0	9.13	100.0	19.75	100.0

径の細かいほど高くなる傾向にあった。一方、車粉塵汚染率は、各定量法とも比較的近似したが、105 μ 以下の細かい画分で各定量値の差が大きくなった。これは粒径の小さい試料で重油分濃度が高いため、前述のとおり各定量法による差が大きくなったものと考えられる。すなわち、車粉塵汚染率は色度法で最も高かった。また、赤外法による粒径間のばらつきが大きい原因としては、再現性の低いことが一因であると考えられる。ここで、重油分の最も高い<40 μ 画分の車粉塵汚染率をみると、各定量法の値を含めると、散布区で30~45%、非散布区で31~61%の各範囲であり、各定量値とも非散布区に比べて散布区で10~20%程度低くなった。このことは、有機水散布が道路粉塵中重油分の消失除去に有効であることを示している。

この点を明らかにするため、道路粉塵の重油分除去量について赤外吸収スペクトル変化から検討してみる。重油分として流動パラフィンを試し、その吸収スペクトルを図-10に示した。これによれば、2920, 2850, 1460, 1380 cm^{-1} 付近に各々鋭い吸収が認められ、これらの吸収は、B重油標準溶液の各ピークと一致した(図-1)。

道路粉塵に流動パラフィンを加え24時間振とう後の上澄液の赤外吸収スペクトルを図-11, 12に示した。各吸収ピークは、全粒径とも散布区が非散布区より低かった。粒径間で比べると、各吸収ピーク値は、散布区で粒径による変化が小さく、非散布区で粒径が細くなるにつれ弱まる傾向にあった。以上のスペクトル結果から、流動パラフィンの初濃度ピーク値100に対する試料添加流動パラフィン液のピーク値減少割合を重油分除去率と定義し、表3に示した。重油分除去率

図-10 流動パラフィン添加液の赤外吸収スペクトル (NaCl板法)

図-11 4月散布区粉塵に流動パラフィン液を加え24時間振とう後の上澄液の赤外吸収スペクトル (NaCl板法)

図-12 4月非散布区粉塵に流動パラフィン液を加え24時間振とう後の上澄液の赤外吸収スペクトル (NaCl板法)

図-13 4月散布区および非散布区粉塵 (40~63 μ) にパラフィン溶液を加え、60日間放置後の上澄液の赤外吸収スペクトル (NaCl板法)

表3 道路粉塵に流動パラフィンを加え24時間振とう後の上澄液の赤外吸収ピーク吸光度と初濃度に対する消失率

試料	粒径	2920cm ⁻¹		2850cm ⁻¹		1460cm ⁻¹		1380cm ⁻¹		Total	
		吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)
散布区	< 40	54.1	27.4	43.2	36.7	21.8	60.7	13.2	65.5	132.3	44.0
	40~ 63	55.5	25.7	55.5	18.7	16.8	69.7	8.2	78.6	136.0	42.5
	63~105	54.5	26.8	54.1	20.7	21.8	60.7	13.6	64.3	144.0	39.1
非散布区	< 40	65.5	12.2	53.6	21.3	23.6	57.4	13.6	64.3	156.3	33.9
	40~ 63	68.2	8.5	60.0	12.0	37.7	32.0	22.7	40.5	188.6	20.2
	63~105	73.6	1.2	67.3	1.3	40.9	26.2	24.5	35.7	206.3	12.7
添加パラフィン液		74.5	100.0	68.2	100.0	55.5	100.0	38.2	100.0	236.4	100.0

注) Total : 2920、2850、1460、1380cm⁻¹における各吸光度の合計

消失率：添加パラフィン液の各吸光度を100とした場合の消失割合(%)

表4 道路粉塵 (40~63 μ) に流動パラフィンを加え60日間インキュベーション後の赤外吸収ピーク吸光度と初濃度に対する消失率

試料	2920cm ⁻¹		2850cm ⁻¹		1460cm ⁻¹		1380cm ⁻¹		Total	
	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)	吸光度 (%)	消失率 (%)
散 布 区	37.5	47.5	23.6	63.4	10.9	77.4	15.5	47.5	87.7	59.0
非散布区	57.7	19.6	43.6	32.4	31.8	66.0	14.5	50.8	147.6	31.0
添加パラフィン液	71.8	100.0	64.5	100.0	48.2	100.0	29.5	100.0	214.0	100.0

注) Total : 2920、2850、1460、1380cm⁻¹における各吸光度の合計

消失率：添加パラフィン液の各吸光度を100とした場合の消失割合(%)

は、各波数とも散布区が非散布区より高くなった。各波数の合量で比べると、除去率は各粒径とも40%程度、非散布区で13~34%の範囲であり、<40 μ画分を除けば、散布区が非散布区より2~3倍高くなった。粒径間で比べると、各波数の除去率は、散布区で粒径に伴う変化が比較的小さく、非散布区で粒径の細かいほど

低くなった。つぎに、波数間の除去率は、散布、非散布区とも、波数が小さくなるにつれ高くなる傾向が認められた。これを粒径間差の小さい散布区で比べると、2920および2850cm⁻¹では19~37%の範囲、1460および1380cm⁻¹では61~79%の範囲にあり、両者間で30%程度の差が認められた。このことから、低波数の1460、

1380 cm^{-1} に吸収シグナルを有するCHグループに比べて車粉固有の2900 cm^{-1} 付近のCHグループの方が難分解性であるものと考えられる。したがって、有機水散布区の道路粉塵は、非散布区のそれに比べて、いずれも2900 cm^{-1} 付近の吸収が顕著に低下したことから、有機水の道路散布は、アスファルト重油分の消失除去に対して有効であるものと考えられる。

4. 要 約

有機水散布区と非散布区の道路粉塵を供試し、道路粉塵中のアスファルト粉由来重油分を赤外法、紫外法、色度法により定量した。これと併せて、道路粉塵試料の重油分除去量を赤外吸収ピークから定量し、重油分の消失除去に及ぼす有機水散布の影響について検討した。

1) 道路粉塵中の重油分濃度は、非散布区に比べて散布区で低下した。この低下は、105 μ 以下の細かい粒径で顕著に認められ、散布区は、非散布区より赤外法で0.13～0.29%、紫外法で0.55～0.83%、色度法で2.36～3.01%、各々低くなった。

2) 道路粉塵試料に流動パラフィンを加え、試料のパラフィン消失量を調べた。重油分に特徴的な2920, 2850, 1460, 1380 cm^{-1} の各吸収値は、散布区が非散布区より低下した。初濃度に対する各吸収ピークの消失率は、各波数の吸収値の含量でみた場合、散布区で約

40%、非散布区で13～34%の範囲にあり、 $<40\mu$ 画分を除くと、散布区が非散布区より2～3倍増加した。消失率最大の $<40\mu$ 画分で比べると、車粉に特徴的な2920 cm^{-1} の消失率は、散布区(27.4%)が非散布区(12.2%)より2倍程度増加した。以上のことから、有機水の道路散布は、道路粉塵中の重油分除去に有効であることが確認された。

参 考 文 献

- 1) 渡辺紀元・岸政美：札幌市内河川底質のアスファルト油分汚染度，日本工業用水協会第24回研究発表会講演要旨，p. 86～89 (1989)
- 2) 渡辺紀元他：有機水散布試験による道路堆積粉塵の無害化，公害と対策，25，127～134 (1989)
- 3) 山中俊郎他：積雪地舗装道路におけるスパイクタイヤ車粉塵ならびに環境汚染の実態に関する研究，p. 18 (1985)
- 4) 山田秀和・宮田佳久・服部共生：土壤腐植の金属錯化容量の定量法，土肥誌，58，199～204 (1987)
- 5) 日本分析化学会北海道支部編：水の分析，p. 371～374 (1988)
- 6) 土質工学会編：土質試験法，p. 36～38 (1979)
- 7) 日本土壌肥料学会監修：土壌標準分析・測定法，p.
- 8) 環境庁水質保全局水質管理課編：底質調査方法とその解説，p. 50 (1975)
- 9) W. V. GERASIMOWICZ and D. M. BYLER: Carbon-13 Cpmas NMR and FTIR Spectroscopic Studies of Humic Acids., Soil Science, 139, 270～277 (1985)
- 10) 渡辺紀元・岸政美：札幌市近郊河川・湖沼底質の車粉塵汚染率，用水と廃水，投稿中

第15回(株)日本水質汚濁研究協会セミナー

「ウォーターフロントと水環境」

主 催：(株)日本水質汚濁研究協会

期 日：平成元年8月30日(木)～8月31日(金)

場 所：日本自動車会館(千代田区九段南4-8-13) TEL 03-264-4719

参加費：会 員 15,000円

非会員 25,000円(但し、テキスト代を含む)

申込先：(株)日本水質汚濁研究協会 セミナー係

〒160 東京都新宿区本塩町12番地 四谷ニューマ
ンション307号 TEL 03-351-2272

申込方法：はがきにて参加者氏名(会員・非会員の別、および公益会員または賛助会員の場合は団体名または会社名を添記)連絡先(住所および電話番号)を記入の上、申し込むこと。

第1日(8月30日(木))

- ・ウォーターフロント開発に求められる機能
- ・水棲生物の変遷 —湖沼・河川域—
- ・水棲生物の変遷 —海域—
- ・底泥に生息する生物と水質
- ・閉鎖性水域での水環境問題
- ・半閉鎖性水域での水質問題

第2日(8月31日(金))

- ・都市河川の親水化活動
- ・親水護岸と人工海浜
- ・流域構造からみた環境容量と環境管理
- ・環境制御技術
- ・ウォーターフロント関連法規にみる開発と水環境