

大気浮遊粒子，河川水および土砂の変異原性モニタリング

後藤 純雄¹，遠藤 治¹，松本 寛²，酒井 茂克²，芥川 智子²
麻野間 正晴³，平山 晃久⁴，渡辺 徹志⁴，世良 暢之⁵
塚谷 裕子⁵，多田 敦子⁶，若林 敬二⁶

¹ 国立公衆衛生院 〒108-8638 東京都港区白金台 4-6-1

² 北海道環境科学研究センター 〒060-0819 札幌市北区北 19 条西 12 丁目

³ 名古屋市衛生研究所 〒467-8615 名古屋市瑞穂区萩山町 1-11

⁴ 京都薬科大学 〒607-8414 京都市山科区御陵中内町 5

⁵ 福岡県保健環境研究所 〒818-0135 福岡県太宰府市大字向佐野 39

⁶ 国立がんセンター研究所 〒104-0045 東京都中央区築地 5-1-1

Mutagenicity of airborne particle, river water and soil in Japan

Sumio Goto¹, Osamu Endo¹, Yutaka Matsumoto², Shigekatsu Sakai²,
Tomoko Akutagawa², Masaharu Asanoma³, Teruhisa Hirayama⁴,
Tetsushi Watanabe⁴, Nobuyuki Sera⁵, Hiroko Tsukatani⁵, Atsuko Tada⁶
Keiji Wakabayashi⁶

¹ National Institute of Public Health, 4-6-1 Shirokanedai, Minato-ku, Tokyo 108-8638

² Hokkaido Institute of Environmental Sciences

Kita 19 jo, Nishi 12 chome, Kita-ku, Sapporo 060-0819

³ Nagoya City Public Health Research Institute, 1-11 Hagiya-cho, Mizuho-ku, Nagoya 467-8615

⁴ Kyoto Pharmaceutical University, 5 Nakauchi-cho, Misasagi, Yamashina-ku, Kyoto 607-8414

⁵ Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences

39 Mukaizano Dazaifu, Fukuoka 818-0135

⁶ National Cancer Center Research Institute, 5-1-1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo 104-0045

Summary

The mutagenicity of airborne particles (n=100), river waters (n=105) and surface soils (n=111) which were collected from five geographically different areas of Japan, i.e. the Hokkaido, Kanto, Chubu, Kinki and Kyushu areas, between October 1996 and March 1997, were examined by the pre-incubation method using *Salmonella typhimurium* strains. All organic extracts of airborne particles, which were collected by high volume air samplers, were mutagenic toward TA98 and TA100 strains both in the presence and absence of S9 mix. The extracts with the greatest mutagenicity were from samples collected at sites in heavy traffic areas. Most of the blue rayon-absorbed materials from river waters exerted strong mutagenicity toward YG1024 strain with S9 mix, and the potencies varied widely with sampling site. No blue rayon-absorbed materials showed strong mutagenicity in TA100 strain, regardless of whether S9 mix was added. Nonagricultural surface soils were collected from roadsides, parks and so forth in each area. All organic extracts of surface soils except for those from the Kinki area were mutagenic toward both TA98 and TA100 strains with and without S9 mix. The mutagenic activities of surface soil extracts ranged widely, and the effect of additional S9 mix on the activities depend on samples.

受付：2000 年 6 月 29 日 受理：2000 年 7 月 6 日

©日本環境変異原学会

Keywords : mutagenicity, pre-incubation assay, *Salmonella typhimurium*, airborne particles, river water, soil, monitoring

緒 言

近年、環境中に放出される化学物質の種類や量は増加している。また、環境中に存在している多種類の化学物質の中には発がん性や変異原性などを示したり、生体にさまざまな影響を及ぼす物質が多種含まれていることも明らかになってきている。これらの物質の存在実態や曝露実態および生体影響状況を正確に把握し、その対策を講ずることは環境汚染の防止やわれわれの健康を維持するうえできわめて重要である。一方、これまでの環境汚染の実態把握には、主に個別の物質の有害性データや化学分析による環境濃度が用いられてきた。しかし実際には、一般環境中には多種類の有害物質が微量ずつ混在することや化学分析法が十分に整っていない有害物質も存在するため、既存の化学分析法のみで上記の実態を把握することは不可能である。また、汚染有害物質全体としてその曝露がもたらす健康影響については、現在、ほとんど検討されていない状況にある。特に、発がん性が疑われる環境中のがん・変異原性物質の種類や全体としてのがん・変異原性の評価に関するデータは十分に得られていない現状にある。

そこで本研究では、上記の現状に対応するための手法として Ames 法による変異原性試験法を取り上げ、空気、水、土など主要な環境媒体の変異原性調査研究に適用した。今回は、1996～1997 年に 5 地域（機関）で採取された大気浮遊粒子、河川水および土砂試料の変異原性をサルモネラ菌によるプレインキュベーション法で測定したので、得られた主な結果を報告する。

実験材料および方法

1. 試料の採取および調製

大気浮遊粒子は、24 時間ずつハイボリュームエアサンプラーを稼動し、秤量済み石英繊維フィルター（8×10 インチ、Pallflex 2500 QAT-UP）上に採取した。採取期間は、1996 年 10 月～1997 年 2 月とし、採取地域は北海道、関東、中部、近畿および九州の 5 地域とした。各地域の採取地点は、北海道、関東、中部および近畿地域では 5 地点とし、九州地域は 4 地点とした。なお、大気浮遊粒子の採取地点名は Table 1 の試験結果とともに示してある。採取後、石英繊維フィルターを恒湿恒量化し、秤量密封後－80℃で冷凍保存した。変異原性試験用試料（タール状物質）の調製では、上記フィルターをデシケーター中で室温に戻し、所定面積（1/2 または 1/3）を切り取りこれにメタノール（和光純薬工業社製；残留農薬試験用）を所定量（100 mL または 200 mL）を加えて、超音波

抽出法により有機成分を抽出した。エバポレーターで抽出溶媒を留去し、さらに、弱い窒素気流下でジメチルスルホキシド（同仁化学研究所製；蛍光分析用 DMSO）に転溶し、これを変異原性試験に供するまで－80℃で冷凍保存した。

河川水試料は、ブルーレーヨン（フナコシ社製）1.0 g をナイロン製ネットに入れ、この 3 本を懸垂したフロートを 24 時間ずつ河川に浮かせ吸着採取した（坂本&早津, 1990）。1996 年 11 月～1997 年 3 月に全国 5 地域の河川計 90 地点で、雨天後は避けるようにして、総計 105 試料を採取した。Table 2 には河川水試料の採取地点名を示してある。なお、北海道地域では 5 地点で 4 日間連続して 24 時間ずつ計 20 試料採取した。得られた河川水試料は、採取後できるだけ早くメタノール-アンモニア水（50 : 1, v/v）160 mL（ブルーレーヨン 1.0 g 当たり）を抽出溶媒として有機成分を抽出し大気浮遊粒子の場合と同様に DMSO 溶液を調製し、これを変異原性試験に供するまで－80℃で冷凍保存した。

土砂試料は、1996 年 11 月～1997 年 3 月に 5 地域の計 111 地点で、雨天後は避けるようにして表土 30～50 g をポリエチレン製バッグに採取した。なお、Table 3 には土砂の採取地点名を示してある。この採取は主に道路近傍や公園内で行った。採取し乾燥した土砂を 60 メッシュのふるいにかけて、その 15 g を秤取し、メタノール 200 mL を抽出溶媒とする超音波抽出法により、有機成分を抽出し DMSO 溶液を調製し、－80℃で冷凍保存した（西村ら, 1984）。

2. 変異原性試験

変異原性試験には、Ames らの方法を一部改良したプレインキュベーション法を用いた（Yahagi et al., 1977）。すなわち、冷凍保存した各試料の DMSO 溶液をデシケーター中で室温に戻し、これに所定量の DMSO を加えて、所定濃度の希釈溶液を作成した。この 100 μ L を滅菌試験管に分注し、これに Na-リン酸緩衝液 500 μ L（または S9 mix 500 μ L）および前培養菌懸濁液 100 μ L を順次加え、37℃で 20 分間プレインキュベーションした。その後、ソフトアガーを 2 mL 加えて混合し、これを最少グルコース寒天平板培地（プレート）に注いで一様に広げ、37℃で 48～72 時間インキュベーションし、得られたプレート上の復帰変異コロニー数を計数した。

試験菌株には、大気浮遊粒子および土砂試料に対してはサルモネラ菌 TA 100, TA 98 株を用い、河川水試料に対しては、サルモネラ菌 TA 100, YG 1024 株（Watanabe et al., 1990）を用いた。

各試料の変異原比活性を補正するため、標準対照試料

Table 1 Mutagenic activities of airborne particulate samples

Sampling			Mutagenic activity (revertants/m ³ , air)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	TA98	-S9mix	TA98	+S9mix
A001	Sapporo 1	970127	11.1	(11.5)	18.8	(22.1)	16.5	(17.5)	10.8	(14.6)
A002	Sapporo 1	970128	13.7	(14.2)	19.2	(22.6)	14.2	(15.1)	12.1	(16.4)
A003	Sapporo 1	970129	18.0	(18.6)	24.7	(29.0)	19.9	(21.1)	17.4	(23.6)
A004	Sapporo 1	970130	16.2	(16.7)	21.8	(25.6)	16.2	(17.2)	12.3	(16.7)
A005	Sapporo 2	970127	25.4	(26.2)	36.9	(43.4)	26.4	(28.0)	21.4	(29.0)
A006	Sapporo 2	970128	35.8	(37.0)	43.6	(51.2)	30.1	(32.0)	24.8	(33.6)
A007	Sapporo 2	970129	34.2	(35.3)	41.5	(48.8)	31.7	(33.7)	27.3	(37.0)
A008	Sapporo 2	970130	28.8	(29.8)	40.4	(47.5)	27.1	(28.8)	25.3	(34.3)
A009	Muroran	970127	22.0	(22.7)	89.5	(105.2)	17.9	(19.0)	48.7	(66.0)
A010	Muroran	970128	15.3	(15.8)	43.7	(51.3)	17.0	(18.1)	16.8	(22.8)
A011	Muroran	970129	26.0	(26.9)	93.2	(109.5)	19.9	(21.1)	64.1	(86.8)
A012	Muroran	970130	25.3	(26.1)	82.2	(96.6)	19.6	(20.8)	49.1	(66.5)
A013	Asahikawa	970204	11.4	(11.8)	18.9	(22.2)	12.3	(13.1)	12.1	(16.4)
A014	Asahikawa	970205	31.0	(32.0)	38.0	(44.7)	24.1	(25.6)	22.4	(30.3)
A015	Asahikawa	970206	43.0	(44.4)	58.0	(68.2)	38.4	(40.8)	38.8	(52.6)
A016	Asahikawa	970207	45.6	(47.1)	47.5	(55.8)	46.6	(49.5)	38.4	(52.0)
A017	Kushiro	970204	9.2	(9.5)	11.1	(13.0)	7.9	(8.4)	6.4	(8.7)
A018	Kushiro	970205	25.2	(26.0)	36.7	(43.1)	24.0	(25.5)	20.0	(27.1)
A019	Kushiro	970206	20.0	(20.7)	32.3	(38.0)	18.9	(20.1)	19.9	(27.0)
A020	Kushiro	970207	20.1	(20.8)	33.7	(39.6)	19.7	(20.9)	20.2	(27.4)
A021	Tokyo 1	961126	13.4	(11.3)	13.6	(21.0)	20.6	(14.1)	7.5	(11.9)
A022	Tokyo 1	961127	37.0	(31.2)	25.6	(39.6)	37.7	(25.8)	18.2	(28.8)
A023	Tokyo 1	961128	45.3	(38.2)	33.1	(51.2)	33.7	(23.0)	25.0	(39.6)
A024	Tokyo 1	961129	15.5	(13.1)	10.9	(16.9)	16.1	(11.0)	7.1	(11.2)
A025	Tokyo 2	961126	86.0	(72.5)	53.7	(83.1)	56.7	(38.8)	32.5	(51.5)
A026	Tokyo 2	961127	47.2	(39.8)	34.6	(53.5)	35.5	(24.3)	20.8	(32.9)
A027	Tokyo 2	961128	92.4	(77.9)	60.7	(93.9)	60.7	(41.5)	47.1	(74.6)
A028	Tokyo 2	961129	42.4	(35.7)	22.2	(34.3)	22.7	(15.5)	13.7	(21.7)
A029	Sagamihara	961129	28.3	(23.9)	16.9	(26.1)	22.7	(15.5)	9.6	(15.2)
A030	Sagamihara	961202	21.7	(18.3)	20.9	(32.3)	19.0	(13.0)	10.3	(16.3)
A031	Sagamihara	961204	40.3	(34.0)	19.6	(30.3)	31.7	(21.7)	19.5	(30.9)
A032	Sagamihara	961205	49.3	(41.6)	37.5	(58.0)	40.5	(27.7)	19.1	(30.2)
A033	Maebashi	961209	53.0	(44.7)	23.0	(35.6)	37.2	(25.4)	20.7	(32.8)
A034	Maebashi	961210	65.2	(55.0)	37.9	(58.6)	47.8	(32.7)	29.6	(46.9)
A035	Maebashi	961211	18.9	(15.9)	10.0	(15.5)	20.3	(13.9)	7.2	(11.4)
A036	Maebashi	961212	22.0	(18.5)	18.0	(27.8)	15.0	(10.3)	8.2	(13.0)
A037	Tsukuba	961209	49.7	(41.9)	35.6	(55.1)	51.0	(34.9)	23.4	(37.0)
A038	Tsukuba	961210	62.6	(52.8)	45.5	(70.4)	43.3	(29.6)	28.2	(44.6)
A039	Tsukuba	961211	55.5	(46.8)	37.4	(57.9)	37.7	(25.8)	25.3	(40.1)
A040	Tsukuba	961212	27.0	(22.8)	22.7	(35.1)	27.0	(18.5)	21.7	(34.4)
A041	Nagoya 1	961216	108.8	(57.8)	85.8	(54.8)	38.8	(19.2)	46.0	(39.8)
A042	Nagoya 1	961217	29.9	(15.9)	32.2	(20.6)	12.4	(6.1)	14.0	(12.1)
A043	Nagoya 1	961218	46.9	(24.9)	56.7	(36.2)	16.1	(8.0)	20.2	(17.5)
A044	Nagoya 1	961219	45.4	(24.1)	51.6	(32.9)	18.9	(9.3)	15.0	(13.0)
A045	Nagoya 2	961216	72.6	(38.6)	86.5	(55.2)	31.6	(15.6)	42.1	(36.4)
A046	Nagoya 2	961217	18.6	(9.9)	25.1	(16.0)	11.0	(5.4)	10.2	(8.8)
A047	Nagoya 2	961218	24.2	(12.9)	31.5	(20.1)	9.8	(4.8)	10.7	(9.3)
A048	Nagoya 2	961219	11.6	(6.2)	13.7	(8.7)	5.0	(2.5)	5.9	(5.1)
A049	Nagoya 3	961216	53.5	(28.4)	52.0	(33.2)	31.8	(15.7)	30.8	(26.7)
A050	Nagoya 3	961217	14.4	(7.7)	16.0	(10.2)	8.3	(4.1)	8.1	(7.0)
A051	Nagoya 3	961218	14.8	(7.9)	18.1	(11.6)	9.6	(4.7)	7.9	(6.8)
A052	Nagoya 3	961219	13.1	(7.0)	15.7	(10.0)	5.1	(2.5)	8.5	(7.4)
A053	Toyohashi	961216	28.6	(15.2)	28.6	(18.3)	13.0	(6.4)	17.8	(15.4)
A054	Toyohashi	961217	9.8	(5.2)	13.9	(8.9)	5.8	(2.9)	7.4	(6.4)
A055	Toyohashi	961218	11.8	(6.3)	14.9	(9.5)	6.2	(3.1)	10.1	(8.7)
A056	Toyohashi	961219	11.3	(6.0)	15.1	(9.6)	5.8	(2.9)	7.3	(6.3)

Table 1 continue

Sampling			Mutagenic activity (revertants/m ³ , air)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	TA98	-S9mix	TA98	+S9mix
A057	Inasa-gun	961216	12.3	(6.5)	13.9	(8.9)	6.2	(3.1)	7.5	(6.5)
A058	Inasa-gun	961217	2.9	(1.5)	5.8	(3.7)	1.6	(0.8)	2.2	(1.9)
A059	Inasa-gun	961218	10.1	(5.4)	10.4	(6.6)	5.3	(2.6)	4.9	(4.2)
A060	Inasa-gun	961219	4.7	(2.5)	7.5	(4.8)	3.2	(1.6)	4.1	(3.5)
A061	Kusatsu	961021	3.5	(4.0)	6.8	(5.7)	3.1	(4.3)	7.7	(8.5)
A062	Kusatsu	961022	9.8	(11.3)	33.8	(28.3)	11.5	(15.8)	32.9	(36.3)
A063	Kusatsu	961023	7.7	(8.8)	22.1	(18.5)	5.3	(7.3)	15.4	(17.0)
A064	Kusatsu	961024	9.8	(11.3)	24.2	(20.3)	5.2	(7.1)	21.0	(23.2)
A065	Kyoto 1	961111	6.4	(7.4)	21.1	(17.7)	6.2	(8.5)	18.0	(19.9)
A066	Kyoto 1	961112	1.4	(1.6)	2.2	(1.8)	1.5	(2.1)	3.5	(3.9)
A067	Kyoto 1	961113	3.0	(3.4)	7.2	(6.0)	2.7	(3.7)	7.3	(8.1)
A068	Kyoto 1	961114	20.8	(23.9)	54.8	(46.0)	14.9	(20.5)	50.1	(55.3)
A069	Kyoto 2	961202	9.7	(13.0)	17.0	(16.1)	4.9	(6.7)	11.0	(13.6)
A070	Kyoto 2	961203	11.6	(15.5)	24.5	(23.1)	5.3	(7.2)	13.8	(17.1)
A071	Kyoto 2	961204	13.2	(17.7)	35.3	(33.3)	6.1	(8.3)	19.4	(24.0)
A072	Kyoto 2	961205	6.5	(8.7)	11.5	(10.9)	4.0	(5.5)	10.6	(13.1)
A073	Nara	961209	16.5	(20.6)	19.8	(18.2)	15.6	(20.9)	31.6	(41.2)
A074	Nara	961210	21.8	(27.3)	27.1	(24.9)	12.6	(16.9)	39.4	(51.3)
A075	Nara	961211	27.5	(34.4)	41.3	(37.9)	23.6	(31.7)	49.3	(64.2)
A076	Nara	961212	26.1	(32.6)	32.3	(29.6)	23.1	(31.0)	37.6	(49.0)
A077	Osaka	961028	20.1	(25.1)	60.3	(55.3)	15.3	(20.5)	55.1	(71.8)
A078	Osaka	961029	32.4	(40.5)	73.6	(67.6)	21.3	(28.6)	52.2	(68.0)
A079	Osaka	961030	22.1	(27.6)	68.8	(63.1)	24.0	(32.2)	54.4	(70.8)
A080	Osaka	961031	8.4	(10.5)	52.2	(47.9)	12.9	(17.3)	42.0	(54.7)
A081	Kitakyushu	961209	32.6	(35.7)	34.6	(39.3)	33.2	(32.5)	29.7	(21.3)
A082	Kitakyushu	961210	31.7	(34.7)	34.8	(39.5)	29.4	(28.8)	30.1	(21.6)
A083	Kitakyushu	961211	32.3	(35.4)	31.5	(35.7)	25.8	(25.2)	28.3	(20.3)
A084	Kitakyushu	961212	33.4	(36.6)	33.4	(37.9)	27.6	(27.0)	30.4	(21.8)
A085	Kitakyushu	961213	32.8	(35.9)	31.9	(36.2)	29.3	(28.7)	28.2	(20.2)
A086	Fukuoka 1	961209	22.9	(25.1)	24.4	(27.7)	22.2	(21.7)	19.5	(14.0)
A087	Fukuoka 1	961210	20.7	(22.7)	22.8	(25.9)	18.6	(18.2)	22.3	(16.0)
A088	Fukuoka 1	961211	19.5	(21.4)	25.4	(28.8)	17.6	(17.2)	18.7	(13.4)
A089	Fukuoka 1	961212	20.4	(22.4)	23.5	(26.7)	18.8	(18.4)	20.3	(14.5)
A090	Fukuoka 1	961213	23.9	(26.2)	25.6	(29.0)	23.2	(22.7)	23.8	(17.0)
A091	Fukuoka 2	961209	19.5	(21.4)	21.8	(24.7)	18.6	(18.2)	20.4	(14.6)
A092	Fukuoka 2	961210	18.8	(20.6)	21.6	(24.5)	17.8	(17.4)	18.6	(13.3)
A093	Fukuoka 2	961211	20.3	(22.2)	22.6	(25.6)	17.2	(16.8)	19.8	(14.2)
A094	Fukuoka 2	961212	18.4	(20.2)	23.1	(26.2)	16.8	(16.4)	18.2	(13.0)
A095	Fukuoka 2	961213	19.6	(21.5)	24.4	(27.7)	18.2	(17.8)	19.3	(13.8)
A096	Kumamoto	961209	13.2	(14.5)	14.2	(16.1)	11.6	(11.4)	11.8	(8.4)
A097	Kumamoto	961210	12.5	(13.7)	15.6	(17.7)	12.8	(12.5)	12.9	(9.2)
A098	Kumamoto	961211	14.2	(15.6)	25.3	(28.7)	13.3	(13.0)	13.5	(9.7)
A099	Kumamoto	961212	12.8	(14.0)	14.3	(16.2)	11.4	(11.2)	13.2	(9.5)
A100	Kumamoto	961213	12.9	(14.1)	14.2	(16.1)	12.2	(11.9)	12.8	(9.2)

Numbers in parenthesis indicate the values which are normalized with standard airborne particulate extract soln.

Sapporo 1: Kita-ku, Sapporo 2: Chuo-ku

Tokyo 1: Minato-ku, Tokyo 2: Shibuya-ku

Nagoya 1: Midori-ku, Nagoya 2: Minami-ku, Nagoya 3: Moriyama-ku

Kyoto 1: Higashiyama-ku, Kyoto 2: Yamashina-ku

Fukuoka 1: Center City, Fukuoka 2: Residential

として大気浮遊粒子の抽出物の DMSO 溶液を用いた (Matsushita et al., 1992). また, 試験菌株, S9 mix などの変異原性試験状況の確認のため, 陽性対照物質には AF-2(ナカライテスク社製, 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide) および B[a]P (Sigma Chemical 社製; benzo[a]pyrene) を用いた.

変異原性試験結果(量-反応関係)をもとに, その最小自乗法による直線回帰から, 変異原比活性を求めた. すなわち, 大気浮遊粒子試料ではハイボリュームエアサンプラー単位空気吸引量あたりの復帰変異コロニー数 (rev./m³, air), 河川水試料では 24 時間吸着させたブルーレーヨン単位重量あたりの復帰変異コロニー数 (rev./g, blue rayon), 土砂試料では 60 メッシュ以下の土砂重量あたりの復帰変異コロニー数 (rev./g, soil) として変異原比活性を算出した.

結果および考察

本研究においては, 試料採取, 試料調製および変異原性試験はすべて, 5 つの担当機関で個別に実施し, 得られた結果を比較検討した. しかし, 個別の試験機関で実施された同一試料の変異原性試験の結果では大きな測定誤差を伴うことが国際共同研究で報告されている (Claxton et al., 1992) ことから, 今回は, 各試験ごとに大気浮遊粒子の抽出物(標準対照試料; DMSO 溶液を褐色アンプルに封入し凍結送付したもの)の変異原性を測定し, その測定値を用いて変異原性試験ごとの各試料の測定値を補正した. 一方, 各試料採取は, これまで検討されてきたさまざまな手法のうち, 各機関で共通にかつ比較的簡易に行える手法を用いた. すなわち, 大気浮遊粒子の採取にはハイボリュームエアサンプラーを用い, 河川水試料はブルーレーヨンを懸垂する方法とし, 土砂の場合は表土を採取して試料とした. また, 変異原性測定用の有機成分の抽出法についても一般に用いられている超音波抽出法とした. なお, 抽出溶媒にはベンゼン-エタノール, ジクロロメタンに換えて健康上影響の少ないと考えられるメタノールを抽出効率等確認のうえ使用した.

1) 大気浮遊粒子の変異原性

今回測定された大気浮遊粒子計 100 試料の変異原比活性を Table 1 に示してある. なお, この表には標準対照試料の変異原性測定値を用いて補正した値についても括弧内に示してある. Table 1 から, 今回の大気浮遊粒子試料は TA 100 株および TA 98 株の S9 mix 添加の有無にかかわらず, すべての試料が変異原性を示すことが認められた. 交通量の比較的多いと思われる渋谷区代々木(山手通り)の試料(A 025 や A 027)などが比較的高い値を示すこと, 採取日ごとに大きく変化した値を示す地域や比較的安定した値を示す地域があることなどが認められた. また, 一般に TA 98 株よりも TA 100 株に変異原性が高く現われることや S9 mix を添加しない場合より

も, S9 mix を添加した場合に変異原性が高くなることも認められた. 一方, 近畿の試料では S9 mix 添加条件下で TA 100 株よりも TA 98 株に高い変異原性を与えたり, 九州の試料では TA 98 株の場合に S9 mix 添加時よりも S9 mix 無添加時に高い変異原性を与えるような結果となっており, 地域によって汚染質組成比などが異なることが考えられ, 今後, さらに詳細な調査検討が必要であることが判った.

2) 河川水試料の変異原性

今回測定した 105 の河川水試料の変異原比活性データをすべて Table 2 に示してある. また, 大気浮遊粒子から調製した標準対照試料の測定値を用いて補正した変異原比活性についても括弧内に示してある. Table 2 から, 105 試料の河川水試料は, TA 100 株では自然復帰コロニーの 2 倍未満となり陰性となる場合が多いこと, ニトロアレーン類や芳香族アミノ化合物に対して特に高い感受性を示す YG 1024 株では, 逆に, 陽性を示す場合が多くなること, S9 mix を添加しない場合よりも S9 mix を添加した場合に変異原性が高くなることなどが認められた. 一方, 試料採取した河川ごとに変異原活性の大きな差が認められ, 九州の試料では S9 mix 添加条件下で YG 1024 株よりも TA 100 株に高い変異原性を与えたり, 関東の試料では YG 1024 株の場合に S9 mix 添加時よりも S9 mix 無添加時に高い変異原性を与えるような結果も得られ地域や河川ごとに汚染質が異なることが判った. 特に, 西高瀬川(R 065), 日光川(R 041, R 042)などで高い変異原性が認められており, その西高瀬川試料に関しては, その原因物質は PBTA 化合物(PBTA-1; 2-[2-(acetylamino)-4-[bis(2-methoxyethyl)-amino]-5-methoxyphenyl]-5-amino-7-bromo-4-chloro-2 H-benzotriazole および PBTA-2; 2-[2-(acetylamino)-4-[N-(2-cyanoethyl)-ethylamino]-5-methoxyphenyl]-5-amino-7-bromo-4-chloro-2 H-benzotriazole)であることが明らかとなっている (Nukaya et al., 1997, Oguri et al., 1998). このように, 変異原性モニタリングと強い変異原性を与える物質の検索などを平行して遂行することが環境汚染防止対策上きわめて重要であると思われる.

3) 土砂試料の変異原性

今回測定された土砂 111 試料の変異原比活性等を Table 3 に示してある. なお, この表にも標準対照試料の変異原性測定値を用いて補正した値を()内に示してある. Table 3 から, 土砂試料は TA 100 株および TA 98 株の S9 mix 添加の有無にかかわらず, 多くの場合に変異原性が認められた. 一般に TA 100 株よりも TA 98 株に変異原性が高く現われ, S9 mix を添加しない場合よりも, S9 mix を添加した場合に変異原性が高くなることなどもうかがわれた. また, 近畿で採取された試料に TA 100 株で変異原性陰性となる場合が比較的多く認め

Table 2 Mutagenic activities of river water samples

Sample			Mutagenic activity (revertants/g, blue rayon)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	YG1024	-S9mix	YG1024	+S9mix
R001	Kotoni 1	961209	ND		ND		226 (219)		ND	
R002	Kotoni 1	961210	ND		ND		ND		ND	
R003	Kotoni 1	961211	ND		ND		412 (400)		1732 (3038)	
R004	Kotoni 1	961212	ND		ND		ND		ND	
R005	Kotoni 2	961209	ND		1888 (2148)		1719 (1668)		43373 (76078)	
R006	Kotoni 2	961210	ND		1579 (1796)		1255 (1218)		35951 (63060)	
R007	Kotoni 2	961211	ND		1292 (1470)		876 (850)		56800 (99630)	
R008	Kotoni 2	961212	ND		1845 (2099)		996 (967)		63745 (111812)	
R009	Sosei	961209	ND		ND		627 (609)		3747 (6572)	
R010	Sosei	961210	ND		494 (562)		435 (422)		2708 (4750)	
R011	Sosei	961211	ND		ND		ND		2875 (5043)	
R012	Sosei	961212	ND		374 (425)		ND		3167 (5555)	
R013	Hassamu	961209	ND		629 (715)		366 (355)		1867 (3275)	
R014	Hassamu	961210	ND		ND		285 (277)		1870 (3280)	
R015	Hassamu	961211	ND		ND		317 (308)		2016 (3536)	
R016	Hassamu	961212	ND		402 (457)		442 (429)		2723 (4776)	
R017	Fuseko	961209	ND		ND		ND		2352 (4126)	
R018	Fuseko	961210	ND		ND		ND		1692 (2968)	
R019	Fuseko	961211	ND		ND		440 (427)		1909 (3348)	
R020	Fuseko	961212	ND		ND		294 (285)		1939 (3401)	
R021	Arakawa	961205	ND		ND		793 (504)		219 (145)	
R022	Sumida 1	961204	334 (189)		ND		1090 (693)		5950 (3940)	
R023	Sumida 2	961204	ND		ND		2320 (1476)		5040 (3337)	
R024	Onagi	961203	ND		ND		788 (501)		ND	
R025	Edo 1	961211	ND		ND		1970 (1253)		634 (420)	
R026	Edo 2	961218	ND		ND		917 (583)		355 (235)	
R027	Edo 3	961221	ND		ND		980 (623)		ND	
R028	Tama 1	961226	ND		ND		2200 (1399)		4630 (3066)	
R029	Tama 2	961226	ND		371 (693)		1940 (1234)		4830 (3198)	
R030	Tama 3	961226	ND		ND		1410 (897)		600 (397)	
R031	Sagami 1	970109	ND		ND		892 (567)		2100 (1391)	
R032	Sagami 2	970109	ND		ND		789 (502)		262 (173)	
R033	Sagami 3	970109	ND		ND		1300 (827)		1600 (1060)	
R034	Tsurumi 1	970116	ND		ND		579 (368)		969 (642)	
R035	Tsurumi 2	970116	ND		ND		1190 (757)		3460 (2291)	
R036	Tsurumi 3	970116	ND		ND		636 (405)		3960 (2622)	
R037	Tone 1	970130	10500 (5951)		4150 (7751)		62600 (39820)		19700 (13045)	
R038	Tone 2	961216	ND		ND		605 (385)		984 (652)	
R039	Tone 3	961216	ND		ND		868 (552)		2050 (1357)	
R040	Tone 4	961221	ND		ND		801 (510)		ND	
R041	Nikko 1	970304	1506 (1660)		4672 (4691)		17100 (24155)		616000 (610106)	
R042	Nikko 1	970401	1636 (1803)		6119 (6143)		12100 (17092)		484000 (479369)	
R043	Nikko 2	970304	718 (791)		1240 (1245)		5420 (7656)		235000 (232751)	
R044	Gojo	970304	ND		ND		929 (1312)		31700 (31397)	
R045	Shinkawa	970304	ND		ND		708 (1000)		18500 (18244)	
R046	Shonai	970304	ND		ND		379 (535)		4050 (3994)	
R047	Yada	970304	ND		ND		383 (541)		7930 (7820)	
R048	Aizuma	970114	ND		ND		609 (860)		4800 (4734)	
R049	Sakai	970114	ND		ND		562 (794)		4550 (4487)	
R050	Toyo	970304	ND		ND		437 (617)		4400 (4339)	
R051	Kiso 1	970304	ND		ND		ND		2490 (2456)	
R052	Kiso 2	970304	ND		ND		ND		1480 (1460)	
R053	Nagara 1	970304	ND		ND		ND		1840 (1815)	
R054	Nagara 2	970304	ND		ND		326 (461)		2840 (2801)	
R055	Ibi 1	970304	ND		ND		ND		827 (816)	
R056	Ibi 2	970304	ND		ND		402 (568)		2010 (1982)	

Table 2 continue

Sample			Mutagenic activity (revertants/g, blue rayon)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	YG1024	-S9mix	YG1024	+S9mix
R057	Yahagi 1	970114	ND		ND		ND		2180	(2150)
R058	Yahagi 2	970114	ND		ND		507	(716)	1540	(1519)
R059	Yahagifuru	970114	ND		ND		390	(551)	1150	(1134)
R060	Oto	970114	ND		ND		496	(701)	3690	(3639)
R061	Aburagafuchi	970114	ND		ND		340	(480)	1630	(1607)
R062	Katsura 1	970117	ND		ND		794	(1101)	1680	(1394)
R063	Katsura 2	970117	ND		ND		6640	(9207)	295000	(330659)
R064	Kamo	970117	ND		ND		2560	(3550)	6240	(5176)
R065	Nishitakase	970118	981	(1417)	2050	(1538)	22900	(31752)	976000	(1093977)
R066	Uji 1	961222	ND		ND		3470	(4811)	6720	(5574)
R067	Uji 2	961222	ND		ND		2190	(3037)	5320	(4413)
R068	Uji 3	961222	ND		ND		1380	(1913)	4480	(3716)
R069	Uji 4	961222	ND		ND		4060	(5629)	23600	(19577)
R070	Uji 5	970304	ND		ND		797	(761)	2460	(2899)
R071	Kidu 1	970304	ND		ND		1040	(993)	814	(959)
R072	Kidu 2	970304	ND		ND		695	(664)	1110	(1308)
R073	Yodo 1	970304	ND		ND		2060	(1786)	11700	(14936)
R074	Yodo 2	970304	ND		ND		6440	(5584)	8780	(11208)
R075	Yodo 3	970304	ND		ND		482	(418)	4820	(6153)
R076	Yodo 4	970304	ND		ND		2370	(2055)	4630	(5910)
R077	Yasui	970304	ND		3950	(4976)	946	(820)	986	(1259)
R078	Kanzaki 1	970304	ND		ND		2230	(2130)	4360	(5138)
R079	Kanzaki 2	970304	ND		ND		1200	(1146)	7070	(8331)
R080	Kanzaki 3	970304	ND		ND		1810	(1729)	11300	(13315)
R081	Dojima	970304	ND		2510	(3162)	1030	(893)	18200	(23233)
R082	Yamato 1	970104	ND		ND		1380	(1141)	6030	(6759)
R083	Yamato 2	970104	ND		ND		2010	(1661)	3660	(4102)
R084	Yamato 3	970104	ND		ND		4060	(3356)	6810	(7633)
R085	Yamato 4	970104	ND		ND		1460	(1207)	8390	(9404)
R086	Tatara 1	970313	ND		ND		ND		ND	
R087	Tatara 2	970313	ND		ND		ND		ND	
R088	Tatara 3	970313	ND		ND		862	(1544)	ND	
R089	Tatara 4	970313	ND		ND		1068	(1913)	ND	
R090	Naka 1	970313	ND		ND		543	(972)	ND	
R091	Naka 2	970313	ND		ND		ND		ND	
R092	Mikasa 1	970318	ND		ND		ND		ND	
R093	Mikasa 2	970318	ND		ND		ND		4265	(3657)
R094	Mikasa 3	970318	ND		ND		ND		4876	(4181)
R095	Mikasa 4	970318	ND		ND		ND		2764	(2370)
R096	Mikasa 5	970318	ND		ND		ND		3053	(2618)
R097	Mikasa 6	970318	ND		ND		ND		ND	
R098	Hae 1	970320	ND		ND		ND		ND	
R099	Hae 2	970320	ND		ND		ND		ND	
R100	Doumen 1	970320	ND		ND		ND		ND	
R101	Doumen 2	970320	ND		ND		ND		ND	
R102	Ohmuta 1	970320	ND		ND		ND		ND	
R103	Ohmuta 2	970320	5664	(6084)	2799	(3280)	2565	(4594)	6910	(5925)
R104	Siragane 1	970320	ND		ND		ND		ND	
R105	Siragane 2	970320	ND		ND		ND		ND	

ND: negative data

Numbers in parenthesis indicates the values which are normalized with standard air extract sample.

Table 3 Mutagenic activities of soil samples

Sample			Mutagenic activity (revertants / g. soil)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	TA98	-S9mix	TA98	+S9mix
S001	Sapporo 1	961206	383	(350)	2092	(2774)	360	(428)	582	(713)
S002	Sapporo 2	961124	594	(542)	1793	(2378)	606	(720)	825	(1011)
S003	Sapporo 3	961207	414	(378)	1641	(2176)	381	(453)	502	(615)
S004	Sapporo 4	961124	225	(205)	732	(971)	214	(254)	306	(375)
S005	Sapporo 5	961123	516	(471)	752	(997)	512	(608)	664	(814)
S006	Sapporo 6	961124	320	(292)	357	(473)	214	(254)	582	(713)
S007	Sapporo 7	961123	772	(705)	912	(1209)	912	(1084)	1076	(1318)
S008	Sapporo 8	961207	508	(464)	448	(594)	472	(561)	615	(754)
S009	Muroran 1	961205	424	(387)	700	(928)	194	(231)	428	(524)
S010	Muroran 2	961205	876	(800)	2420	(3209)	404	(480)	1368	(1676)
S011	Muroran 3	961205	558	(509)	5259	(6974)	366	(435)	2135	(2616)
S012	Muroran 4	961205	616	(562)	2676	(3549)	624	(742)	2400	(2941)
S013	Muroran 5	961205	560	(511)	6360	(8435)	372	(442)	1952	(2392)
S014	Muroran 6	961205	286	(261)	294	(390)	130	(154)	135	(165)
S015	Asahikawa 1	961102	265	(242)	741	(983)	206	(245)	336	(412)
S016	Asahikawa 2	961102	668	(610)	968	(1284)	488	(580)	704	(863)
S017	Asahikawa 3	961212	790	(721)	2054	(2724)	454	(540)	570	(698)
S018	Asahikawa 4	961212	177	(162)	726	(963)	129	(153)	132	(162)
S019	Asahikawa 5	961212	219	(200)	772	(1024)	191	(227)	186	(228)
S020	Kushiro 1	961202	261	(238)	648	(859)	170	(202)	194	(238)
S021	Kushiro 2	961202	240	(219)	336	(446)	212	(252)	210	(257)
S022	Kushiro 3	961202	265	(242)	350	(464)	177	(210)	285	(349)
S023	Kushiro 4	961202	239	(218)	414	(549)	114	(135)	254	(311)
S024	Kushiro 5	961202	120	(110)	370	(491)	159	(189)	154	(189)
S025	Tokyo 1	961226	937	(552)	735	(1154)	1240	(824)	885	(1379)
S026	Tokyo 2	961126	252	(148)	281	(441)	324	(215)	335	(522)
S027	Tokyo 3	961210	242	(143)	501	(786)	596	(396)	648	(1010)
S028	Tokyo 4	970118	743	(438)	300	(471)	508	(338)	588	(916)
S029	Tokyo 5	961227	279	(164)	581	(912)	425	(282)	528	(823)
S030	Tokyo 6	961129	198	(117)	357	(560)	282	(187)	445	(694)
S031	Tokyo 7	970116	1800	(1061)	1390	(2182)	2310	(1535)	1300	(2026)
S032	Tokyo 8	961225	372	(219)	227	(356)	303	(201)	435	(678)
S033	Higashikurume	961209	316	(186)	383	(601)	137	(91)	318	(496)
S034	Kawasaki	961226	732	(431)	496	(778)	315	(209)	431	(672)
S035	Yokohama 1	961227	428	(252)	727	(1141)	345	(229)	403	(628)
S036	Yokohama 2	961203	539	(318)	989	(1552)	1060	(704)	1310	(2042)
S037	Yokohama 3	961215	141	(83)	477	(749)	204	(136)	252	(393)
S038	Ebina	970109	693	(408)	251	(394)	243	(161)	347	(541)
S039	Warabi	970105	511	(301)	568	(891)	440	(292)	755	(1177)
S040	Omiya	970116	587	(346)	1300	(2040)	934	(621)	995	(1551)
S041	Kumagaya	961208	389	(229)	598	(939)	395	(263)	383	(597)
S042	Funabashi	961128	268	(158)	484	(760)	184	(122)	247	(385)
S043	Tsukuba	961213	574	(338)	445	(698)	468	(311)	444	(692)
S044	Maebashi	970104	84	(49)	391	(614)	195	(130)	310	(483)
S045	Nagoya 1	961209	29	(19)	80	(82)	139	(173)	261	(279)
S046	Nagoya 2	961209	151	(98)	154	(158)	61	(76)	363	(387)
S047	Nagoya 3	970305	285	(230)	226	(231)	213	(201)	237	(253)
S048	Nagoya 4	970305	613	(494)	607	(621)	629	(595)	949	(1013)
S049	Nagoya 5	961209	240	(156)	339	(347)	168	(209)	493	(526)
S050	Nagoya 6	970305	223	(180)	340	(348)	275	(260)	645	(688)
S051	Ogaki 1	970305	149	(120)	69	(71)	56	(53)	93	(99)
S052	Ogaki 2	970305	603	(486)	445	(455)	347	(328)	560	(598)
S053	Ogaki 3	970305	861	(694)	875	(895)	341	(322)	1060	(1131)
S054	Okazaki 1	970115	181	(118)	148	(151)	461	(572)	316	(337)
S055	Okazaki 2	961209	587	(381)	635	(650)	180	(223)	648	(692)
S056	Okazaki 3	970308	319	(257)	619	(633)	376	(355)	587	(627)

Table 3 continue

Sample			Mutagenic activity (revertants / g. soil)							
ID	Location	Date	TA100	-S9mix	TA100	+S9mix	TA98	-S9mix	TA98	+S9mix
S057	Hekinan 1	970115	139 (90)		147 (150)		168 (209)		136 (145)	
S058	Hekinan 2	970305	4600 (3709)		6720 (6876)		26300 (24860)		10400 (11101)	
S059	Ichinomiya 1	970115	389 (314)		539 (552)		477 (451)		805 (859)	
S060	Ichinomiya 2	970305	408 (329)		424 (434)		373 (353)		665 (710)	
S061	Nakatsugawa 1	970119	91 (59)		63 (64)		141 (175)		159 (170)	
S062	Nakatsugawa 2	970119	248 (161)		224 (229)		147 (183)		408 (436)	
S063	Shinshiro 1	970115	117 (76)		144 (147)		256 (318)		253 (270)	
S064	Shinshiro 2	970330	239 (193)		299 (306)		440 (416)		597 (637)	
S065	Toyohashi 1	970330	64 (52)		123 (126)		357 (337)		325 (347)	
S066	Toyohashi 2	970115	159 (103)		132 (135)		117 (145)		304 (324)	
S067	Inasa	970115	147 (96)		467 (478)		220 (273)		312 (333)	
S068	Kariya	970115	232 (151)		320 (327)		379 (471)		445 (475)	
S069	Kaizu	970305	385 (310)		301 (308)		339 (320)		608 (649)	
S070	Moriyama	961215	ND		47 (44)		46 (63)		98 (121)	
S071	Kusatsu	970207	ND		ND (0)		66 (94)		101 (88)	
S072	Otsu 1	961215	ND		120 (72)		256 (363)		629 (546)	
S073	Otsu 2	961117	ND		69 (65)		52 (71)		92 (114)	
S074	Kyoto 1	961117	ND		ND		ND		83 (103)	
S075	Kyoto 2	961216	ND		55 (52)		87 (119)		173 (214)	
S076	Gosho	961117	ND		ND		98 (139)		260 (226)	
S077	Nara	961215	ND		ND		ND		34 (32)	
S078	Minomo	970206	51 (83)		ND		84 (172)		95 (89)	
S079	Ibaraki	970130	92 (150)		132 (106)		64 (131)		138 (129)	
S080	Takatsuki	970130	86 (157)		201 (311)		325 (365)		830 (611)	
S081	Osaka 1	961216	585 (951)		2672 (2136)		6735 (13776)		6515 (6071)	
S082	Osaka 2	970130	527 (962)		2397 (1916)		5963 (12197)		4255 (3965)	
S083	Osaka 3	970130	ND		141 (218)		225 (253)		702 (517)	
S084	Takarazuka	961215	ND		ND		ND		32 (30)	
S085	Ashiya	970130	ND		153 (237)		103 (116)		272 (200)	
S086	Nishinomiya	970130	144 (263)		745 (1154)		1532 (1722)		3965 (2919)	
S087	Amagasaki	970130	ND		284 (440)		380 (427)		884 (651)	
S089	Kobe 1	970130	720 (1314)		3275 (2618)		10167 (20797)		4302 (4009)	
S090	Kobe 2	970130	82 (150)		67 (104)		162 (182)		552 (406)	
S091	Kitakyushu 1	970217	155 (185)		470 (518)		370 (352)		419 (259)	
S092	Kitakyushu 2	970217	367 (439)		598 (659)		581 (553)		726 (449)	
S093	Dazaifu 1	970217	127 (152)		509 (561)		331 (315)		600 (371)	
S094	Dazaifu 2	970217	111 (133)		251 (277)		176 (168)		287 (177)	
S095	Hie 1	970217	308 (368)		457 (504)		381 (363)		571 (353)	
S096	Hie 2	970217	153 (183)		486 (536)		330 (314)		388 (240)	
S097	Shimonoharu 1	970217	111 (133)		480 (529)		224 (213)		458 (283)	
S098	Shimonoharu 2	970217	205 (245)		436 (481)		348 (331)		449 (277)	
S099	Kurume 1	970210	169 (202)		519 (572)		349 (332)		598 (370)	
S100	Kurume 2	970210	118 (141)		327 (360)		284 (271)		308 (190)	
S101	Kurume 3	970210	36 (43)		159 (175)		84 (80)		252 (156)	
S102	Yame 1	970210	346 (413)		476 (525)		409 (390)		645 (399)	
S103	Yame 2	970210	276 (330)		485 (535)		272 (259)		595 (368)	
S104	Tosu 1	970217	198 (237)		537 (592)		421 (401)		982 (607)	
S105	Tosu 2	970217	308 (368)		663 (731)		393 (374)		621 (384)	
S106	Ohmuta 1	970210	302 (361)		517 (570)		417 (397)		661 (408)	
S107	Ohmuta 2	970210	586 (700)		806 (888)		782 (745)		1405 (868)	
S108	Ohmuta 3	970210	481 (575)		686 (756)		648 (617)		1491 (921)	
S109	Ohmuta 4	970210	435 (520)		657 (724)		549 (523)		922 (570)	
S110	Ohmuta 5	970210	639 (764)		554 (611)		666 (634)		669 (413)	
S111	Ohmuta 6	970210	330 (394)		662 (730)		412 (392)		792 (489)	

ND: negative data

Numbers in parenthesis indicates the values which are normalized with standard air extract sample.

Tokyo 1: Minato-ku, Tokyo 2: Shibuya-ku, Tokyo 3: Bunkyo-ku, Tokyo 4: Taito-ku, Tokyo 5: Meguro-ku, Tokyo 6: Ota-ku, Tokyo 7: Kita-ku,

Tokyo 8: Edogawa-ku, Yokohama 1: Kohoku-ku, Yokohama 2: Minami-ku, Yokohama 3: Kanazawa-ku

Nagoya 1: Midori-ku, Nagoya 2: Moriyama-ku, Nagoya 3: Kita-ku 1, Nagoya 4: Kita-ku 2, Nagoya 5: Mizuho-ku, Nagoya 6: Naka-ku

Otsu 1: Konan, Otsu 2: Kosei, Kyoto 1: Kamigyo-ku, Kyoto 2: Yamashina-ku, Osaka 1: Sumiyoshi-ku, Osaka 2: Minato-ku, Osaka 3: Chuo-ku

Kobe 1: Higashinada-ku, Kobe 2: Chuo-ku

られた。しかし、北海道の試料では S 9 mix 添加条件下で TA 98 株よりも TA 100 株に高い変異原性を与えたり、中部および近畿の試料(S 058, S 089)では TA 98 株の場合に S 9 mix 添加時よりも S 9 mix 無添加時に高い変異原性を与えるような結果も得られ、河川水試料の場合と同様に地域や採取地点によって汚染質が大きく異なることなどがうかがわれた。これらの結果をふまえて、高い変異原性を与えた土砂試料について主要変異原性物質を検索した結果、ジニトロピレン類が検出されている(Watanabe et al. 1998, 1999)。また現在、これらの変異原性物質の土砂中濃度と土砂試料の変異原性測定を平行して実施している(Watanabe et al. 2000)。

結 語

今回の調査で得られた主な結果は次の通りとなっている。

1) 大気浮遊粒子は、TA 100 および TA 98 の両菌株で S 9 mix 添加の有無にかかわらずすべての変異原性を示したが、日変動はあるものの、その地域差は河川試料や土砂試料の場合と較べて大きくなかった。また、交通量が多い地域の試料に比較的高い変異原性が認められた。

2) 河川水試料は TA 100 株ではあまり高い変異原比活性は得られなかったが、ニトロアレーン類や芳香族アミノ化合物に対して特に高い感受性を示す YG 1024 株で高い変異原比活性が得られた。採取地点により変異原活性が異なるなど試料による差が大きく、特に西高瀬川(R 065)、日光川(R 041, R 042)などで強い変異原性が認められた。

3) 土砂の場合は、近畿地方の試料を除いて、S 9 mix 添加の有無にかかわらず、TA 100 および TA 98 の両菌株に対し、そのほとんどの試料が変異原性を示したが、試料によって変異原性の強さやパターンに差がみられた。また、中部、近畿地方で採取した土砂の一部に強い変異原性が認められた。

今回の調査から、環境汚染の評価およびその対策には各種環境試料の変異原性モニタリングやその主要変異原性物質の検索を並行して実施していくことが重要であることが考えられた。また、本検討に用いた手法の有効性評価、YG 菌株から得られたデータの評価、変異原性物質検索や汚染要因調査などについてさらに継続して検討を加える必要があることも明らかとなった。

謝 辞

本研究は環境庁委託研究費により実施された。関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- Claxton, L. D., J. Creason, B. Leroux, E. Agurell, S. Bagley, D. W. Bryant, Y. A. Courtois, G. Douglas, C. B. Clare, S. Goto, P. Quillardet, D. R. Jagannath, K. Kataoka, G. Mohn, P. A. Nielsen, T. Ong, T. C. Pederson, H. Shimizu, L. Nylund, H. Tokiwa, G. J. Vink, Y. Wang and D. Warshawsky (1992) Results of the IPCS collaborative study on complex mixture, *Mutat. Res.*, 276, 23-32.
- Matsushita, H., O. Endo, S. Goto, H. Shimizu, H. Matsumoto, K. Tamakawa, T. Endo, Y. Sakabe, H. Tokiwa and M. Ando (1992) Collaborative study using preincubation *Salmonella typhimurium* mutation assay for airborne particulate matter in Japan. A trial to minimize interlaboratory variation, *Mutat. Res.*, 271, 1-12.
- 西村哲治, 後藤純雄, 加藤幸彦, 奥貫正美, 松下秀鶴(1984) 東京都の土砂中の変異原性と BaP 含量, *大気汚染学会誌*, 19: 228-236.
- Nukaya, H., J. Yamashita, K. Tsuji, Y. Terao, T. Ohe, H. Sawanishi, T. Katsuhara, K. Kiyokawa, M. Tezuka, A. Oguri, T. Sugimura and K. Wakabayashi (1997) Isolation and chemical-structural determination of a novel aromatic amine mutagen in water from the Nishitakase river in Kyoto, *Chem. Res. Toxicol.*, 10, 1061-1066.
- Oguri, A., T. Shiozawa, Y. Terao, H. Nukaya, J. Yamashita, T. Ohe, H. Sawanishi, T. Katsuhara, T. Sugimura and K. Wakabayashi (1998) Identification of a 2-phenylbenzotriazole (PBTA)-type mutagen, PBTA-2, in water from the Nishitakase river in Kyoto, *Chem. Res. Toxicol.*, 11, 1195-1200.
- 坂本 博, 早津彦哉(1990) ブルーレーヨンを用いた河川水の変異原性モニタリング法, 一淀川水系中の変異原物質について, *環境変異原研究*, 12: 41-45.
- Watanabe, M., M. Ishidate, Jr. and T. Nohmi (1990) Sensitive method for detection of mutagenic nitroarenes and aromatic amines: new derivatives of *Salmonella typhimurium* tester strains processing elevated O-acetyl-transferase levels, *Mutation Res.*, 234, 337-348.
- Watanabe, T., S. Ishida, H. Minami, T. Kasai, S. Ogawa, K. Wakabayashi and T. Hirayama (1998) Identification of 1, 6- and 1,8-dinitropyrene isomers as major mutagens in organic extracts of soil from Osaka, Japan, *Chem. Res. Toxicol.*, 11, 1501-1507.
- Watanabe, T., S. Ishida, M. Kishiji, Y. Takahashi, A. Furuta, T. Kasai, K. Wakabayashi and T. Hirayama (1999) High-performance liquid chromatography-fluorescence determination of dinitropyrenes in soil after column chromatographic clean-up and on-line reduction, *J. Chromatogr.*, A 839, 41-48.
- Watanabe, T., S. Goto, Y. Matsumoto, M. Asanoma, T. Hirayama, N. Sera, Y. Takahashi, O. Endo, S. Sakai and K. Wakabayashi (2000) Mutagenic activity of surface soil and quantification of 1,3-, 1,6-, and 1,8-dinitropyrene isomers in soil in Japan, *Chem. Res. Toxicol.*, 13, 281-286.
- Yahagi, Y., M. Nagao, Y. Seino, T. Matsushima, T. Sugimura and M. Okada (1977) Mutagenicities of N-nitrosamines of *Salmonella*, *Mutat. Res.*, 48, 121-130.