

河川底質中の懸濁物質含量簡易測定法について — 簡易測定法による河川工事の赤土汚染調査 —

花城可英・大見謝辰男・比嘉榮三郎・満本裕彰

A Simple Measuring Method for Suspension in River Sediment

Kaei HANASHIRO, Tatsuo OMIJA, Eisaburou HIGA and Hiroaki MITSUMOTO

Key words: 赤土汚染, 河川, 懸濁物質含量, 河川工事

I はじめに

当研究所では晴天時に行える海の赤土汚染の調査方法として「底質中の懸濁物質含量簡易測定法」¹⁾を考案し、これまで沖縄県内の海域における赤土汚染の調査を行ってきた^{1) 2)}。

これに対し、河川の赤土汚染の調査は主に河川水のSS測定により行ってきた。しかし赤土流出のほとんどが降雨時に起こるため、計画的に調査を行えなかった。また降雨時の河川水のSS濃度は時間変動が大きく、タイミング良くサンプリングを行うのは困難であり、調査の精度を上げるためには連続してサンプリングを行う必要があった。そのため計画的に調査が行えるよう海域における底質中の懸濁物質含量簡易測定法をスケールアップし、河川の赤土汚染の調査を試みた。今回河川底質中の懸濁物質含量を測定し、河川工事による赤土汚染について調査したので報告する。

II 方法

1. 概要

海域における底質中の懸濁物質含量簡易測定法はまず底質を採取し、ふるい分けを行っている。この前処理した試料を一定量(5ml~20ml)計りとり水を加え懸濁させ、1分後透視度を測定し、懸濁物質含量を求めている。

河川の場合、底質が大きな石から砂まで変化に富むため、採取した底質試料を海域の測定法と同様にふるい分けすると、誤差が大きくなると考えられる。このため試料のふるい分けを行わなかった。その代わり試料量及び加える水の量を増やした。また海域における底質中の懸濁物質含量簡易測定法と同様一般への普及を図るため、できるだけ簡便な器材や操作で測定できるよう考慮した。

2. 使用器具

小型のスコップ、100ml~200mlのカップ、10ℓ以上のバケツ、ストップウォッチ(時計)、透視度計(含量が高い場合この他メスシリンダー、500mlの有栓メスシリンダー等)。

3. 測定法

小型のスコップを用い、常時河川水が流れている比較的浅い場所において底質を採取する。サンプリング場所ではできるだけ流れの緩やかな場所を選ぶようにする。参考のためサンプリング地点の流速、川幅、深さ、川の流れの状況等を記録しておく。採取した底質からピンポン玉より大きい石を除き試料とする。試料を100ml~400ml計り取る。試料量は後の操作で透視度が5cm~30cmになるように調整する。これをバケツに移し、澄んだ河川水あるいは水道水を加え10ℓとし、よくかき混ぜ、懸濁させる。水の動きをできるだけ止め砂等が沈むまで1分間静置する。懸濁液の上澄みを表層からスコップ等ですくい取り、透視度計に移す。透視度計を覗きながら透視度計の底の二重十字が初めて確認できるまで水を抜いていき、この時の水の高さを読み取って透視度とする。なお、試料量を100mlに減らしても透視度が5cm以下の場合、よくかき混ぜた懸濁液から、ただちに25ml~100mlを計り取り、500ml有栓メスシリンダーに移し、水を加え500mlに薄める。これをよく振り混ぜた後1分間放置し、同様に透視度を測定する。透視度を測定後、あらかじめ求めておいた透視度と懸濁物質含量との関係から河川底質中の懸濁物質含量を求める。換算表を末尾表1に示す。

4. 河川工事による赤土汚染の調査

名護市を流れる源河川では平成6年3月より落差工事が行われており、工事が本格化するとともに赤土流出が顕著になっていた。そこで、本法による底質中の懸濁物

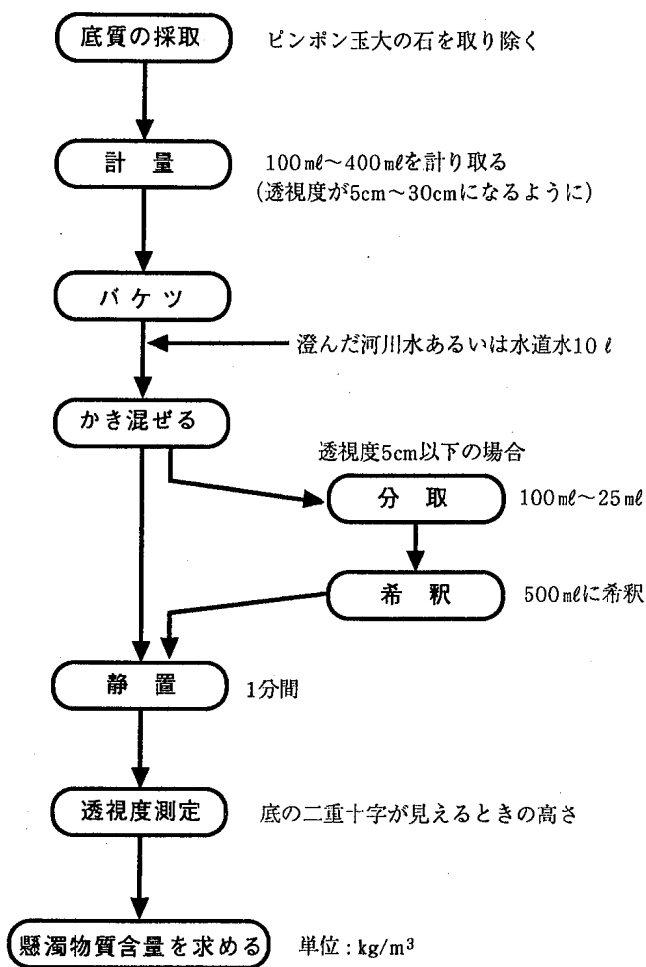


図1. 河川の赤土汚染測定法。

質含量の測定を試み、赤土汚染の調査を行った。また併せて河川水のSS濃度を測定した。

なお工事は河口から約5.3kmにある落差工を撤去し、魚道を設置した落差工に作り替えている。それと共に約100mにわたり周辺の護岸を作り替え、落差工下流側に約50mの長さで置き石を行っている。また源河川では平成6年度にこの他上流で保源橋の架け替え工事、下流では河川修繕工事、河川改修工事、災害復旧工事が行われている。

試料のサンプリング地点を図2に示す。サンプリングは水生生物調査地点の他、道路より川に降りやすい場所を選んで行った。

III 結果と考察

1. 懸濁物質含量とSS濃度

平成6年8月31日、9月1日に採取した試料の河口からの距離による底質中の懸濁物質含量の変化と河川水のSS濃度を図3に示す。また工事現場の写真を図4に示す。

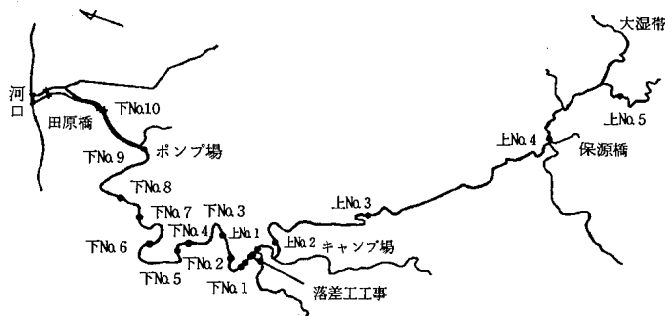


図2. サンプリング地点。落差工工事は河口から約5.3 km地点で行なわれていた。下No. 8, 下No. 5, 下No. 2, 上No. 2, 上No. 4 は水生生物調査地点

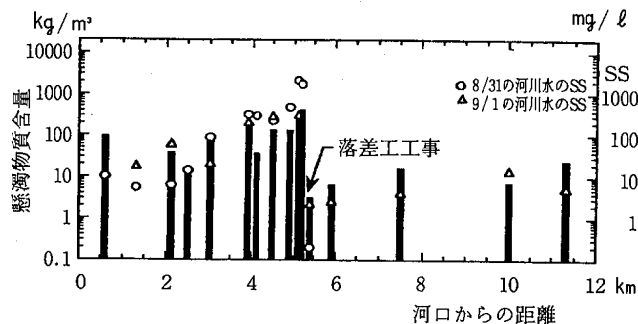


図3. 源河川底質中の懸濁物質含量と河川水のSSの変化。(8月31日, 9月1日)



図4. 源河川落差工工事の様子。重機、トラックが行き交い、常時土砂と水が接触するため、赤く濁った水が流れ川底には赤土が堆積している。

源河川上流の上No5は大湿帯の土取場、農地等の裸地からの赤土流出のため、懸濁物質含量が約25kg/m³と若干高いが、中流域の懸濁物質含量は10kg/m³以下であった。しかし、落差工工事0.1kmの下No1Aで420kg/m³と工事下流で懸濁物質含量が急激に増加している。図4に示すように工事現場は、重機、トラックが行き交い、また常時土砂と河川水が接触しているため相当量の赤土が流出していると思われる。また赤土流出防止対策はほとんど行われていなかった。工事現場から下流に行くに従い徐々に懸濁物質含量は低くなっている。しかしながら工事下流2.3kmの下No6でも、懸濁物質含量は100kg/m³以上あり、河床全体に赤土が堆積していた。河口から0.6kmの下No10は約100kg/m³と若干懸濁物質含量が高くなっている。これは河口近くのため川幅が広くなり、流速が遅くなるとともに、赤土粒子が沈降し、懸濁物質含量が高くなっていると考えられる。

落差工工事の下流では、河川水のSS濃度も高い値を示している。8月31日に採取した河川水のSS濃度は工事下流0.2kmの下No1Bで最高2130mg/lを示し、懸濁物質含量と同様に下流に行くに従い減少している。9月1日は前夜に降雨があったため工事現場の上流部は前日よりわずかにSS濃度が高くなっている。これに対し、工事下流の下No1Bは328mg/lと前日より低くなっているが、工事下流3.2kmの下No8は前日の6.4mg/lから66.0mg/lと約10倍の値を示している。これは降雨により流量が増加し、堆積していた赤土粒子が下流に流されたためと考えられる。またSS濃度は工事内容等の違いにより時間的変動が大きく、SSは連続して測定しなければ、赤土汚染を評価するのは難しいと思われる。

2. 懸濁物質含量の経日変化

工事が本格化していない平成6年4月から工事終了後の平成7年2月までの源河川底質中の懸濁物質含量の経日変化を図5に示す。

工事は5月に護岸が撤去され、8月に落差工本体が撤去された。また道路反対側の護岸の工事が行われていた。9月下旬に道路側の護岸の工事が行われ、10月には護岸の工事が終了していた。11月に落差工下流部に石が敷かれ、落差工本体部の基礎工事が行われていた。工事は12月上旬に終了したと思われる。

図5に示すように落差工工事上流0.6kmの上No2の懸濁物質含量は約10kg/m³とほとんど変化が見られない。これに対し工事下流では工事の進行に伴い懸濁物質含量が増加している。特に工事下流0.1kmの下No1Aでは9月21日に懸濁物質含量が970kg/m³と非常に高い値を示

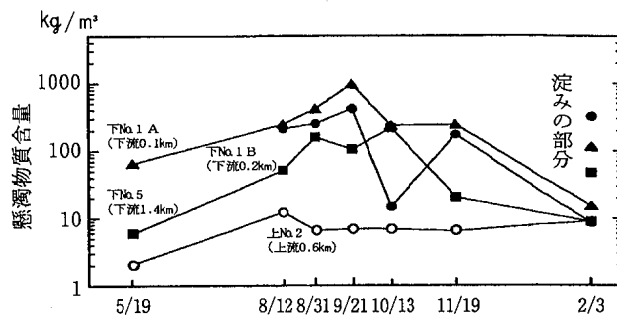


図5. 懸濁物質含量の経日変化。

ている。赤土が10cm以上堆積し、スコップで底質を採取した時川底の石、砂を確認することはできなかった。10月9日～11日に合計100mmを越す大雨があり、そのため10月13日の工事下流0.2kmの下No1Bは溜まっていた赤土が下流に流され、急激に懸濁物質含量が減少している。しかし、工事下流1.4kmの下No5は上流から流されてきた赤土粒子のため工事直下の下No1Aと同程度の懸濁物質含量を示している。

工事下流部の下No1A, 下No1B, 下No5は工事終了後の2月3日には懸濁物質含量が10kg/m³前後に減少している。これは堆積していた赤土粒子が下流へさらに海に流されていったためと考えられる。しかし、これまでのサンプリング地点のすぐ脇の流れの緩やかな淀みの部分はまだ50～300kg/m³と高い懸濁物質含量を示しており、流れの緩やかな部分はまだ赤土汚染の影響が残っていることが分かった。このことより、河川底質中の懸濁物質含量を測定し、河川の赤土汚染の調査を行う場合、赤土粒子が長く留まる流れの緩やかな場所を選ぶべきであると思われる。

IV まとめ

1. 海域の「懸濁物質含量簡易測定法」をスケールアップする事により、河川の赤土汚染調査を行うことができた。底質の懸濁物質含量の測定による赤土汚染調査は降雨という自然条件の有無に関わらず計画的な調査が可能である。
2. 源河川における河川工事の影響を調査したところ、底質中の懸濁物質含量は最高970kg/m³であった。また懸濁物質含量は工事現場から下流に行くに従い減少している。
3. 工事終了2ヶ月後において流れがある部分は懸濁物質含量が減少しているが、淀みの部分はまだ含量が高い値を示している。底質の採取場所は赤土汚染の影響が比較的長く残る流れの緩やかな場所を選ぶべきである。

V 参考文献

1) 大見謝辰男 (1985) 沖縄県の赤土汚濁の調査研究
(第2報) 沖縄県公害衛生研究所報, 20 pp100-112.

2) 大見謝辰男 (1992) 沖縄県における赤土汚染の現
状 沖縄県公害衛生研究所報, 26 pp87-96.

表1. 河川底質中の懸濁物質含量一覧表(単位: kg/m³).

試料量 (ml) 分取量 (ml)	400	200	100	希釈した場合			試料量 (ml) 分取量 (ml)	400	200	100	希釈した場合			
				100	100	100					100	100	100	
透視度	30.0	2.0	3.9	7.9	39.5	78.9	158	17.4	4.0	8.1	16.2	80.9	162	324
	29.8	2.0	4.0	8.0	39.9	79.7	159	17.2	4.1	8.2	16.4	82.1	164	328
	29.6	2.0	4.0	8.0	40.2	80.5	161	17.0	4.2	8.3	16.7	83.3	167	333
	29.4	2.0	4.1	8.1	40.6	81.3	163	16.8	4.2	8.4	16.9	84.5	169	338
	29.2	2.1	4.1	8.2	41.0	82.1	164	16.6	4.3	8.6	17.1	85.7	171	343
	29.0	2.1	4.1	8.3	41.4	82.9	166	16.4	4.3	8.7	17.4	87.0	174	348
	28.8	2.1	4.2	8.4	41.9	83.7	167	16.2	4.4	8.8	17.6	88.2	176	353
	28.6	2.1	4.2	8.5	42.3	84.5	169	16.0	4.5	9.0	17.9	89.6	179	358
	28.4	2.1	4.3	8.5	42.7	85.4	171	15.8	4.5	9.1	18.2	90.9	182	364
	28.2	2.2	4.3	8.6	43.1	86.2	172	15.6	4.6	9.2	18.5	92.3	185	369
	28.0	2.2	4.4	8.7	43.6	87.1	174	15.4	4.7	9.4	18.8	93.8	188	375
	27.8	2.2	4.4	8.8	44.0	88.0	176	15.2	4.8	9.5	19.0	95.2	190	381
	27.6	2.2	4.4	8.9	44.4	88.9	178	15.0	4.8	9.7	19.3	96.7	193	387
	27.4	2.2	4.5	9.0	44.9	89.8	180	14.8	4.9	9.8	19.7	98.3	197	393
	27.2	2.3	4.5	9.1	45.4	90.7	181	14.6	5.0	10.0	20.0	99.9	200	399
	27.0	2.3	4.6	9.2	45.8	91.7	183	14.4	5.1	10.2	20.3	102	203	406
	26.8	2.3	4.6	9.3	46.3	92.6	185	14.2	5.2	10.3	20.6	103	206	413
	26.6	2.3	4.7	9.4	46.8	93.6	187	14.0	5.2	10.5	21.0	105	210	420
	26.4	2.4	4.7	9.5	47.3	94.6	189	13.8	5.3	10.7	21.3	107	213	427
	26.2	2.4	4.8	9.6	47.8	95.5	191	13.6	5.4	10.9	21.7	109	217	434
	26.0	2.4	4.8	9.7	48.3	96.6	193	13.4	5.5	11.0	22.1	110	221	442
	25.8	2.4	4.9	9.8	48.8	97.6	195	13.2	5.6	11.2	22.5	112	225	449
	25.6	2.5	4.9	9.9	49.3	98.6	197	13.0	5.7	11.4	22.9	114	229	457
	25.4	2.5	5.0	10.0	49.8	99.7	199	12.8	5.8	11.6	23.3	116	233	466
	25.2	2.5	5.0	10.1	50.4	101	201	12.6	5.9	11.9	23.7	119	237	474
	25.0	2.5	5.1	10.2	50.9	102	204	12.4	6.0	12.1	24.1	121	241	483
	24.8	2.6	5.1	10.3	51.5	103	206	12.2	6.2	12.3	24.6	123	246	492
	24.6	2.6	5.2	10.4	52.0	104	208	12.0	6.3	12.5	25.1	125	251	501
	24.4	2.6	5.3	10.5	52.6	105	210	11.8	6.4	12.8	25.6	128	256	511
	24.2	2.7	5.3	10.6	53.2	106	213	11.6	6.5	13.0	26.1	130	261	521
	24.0	2.7	5.4	10.8	53.8	108	215	11.4	6.6	13.3	26.6	133	266	532
	23.8	2.7	5.4	10.9	54.4	109	218	11.2	6.8	13.6	27.1	136	271	542
	23.6	2.7	5.5	11.0	55.0	110	220	11.0	6.9	13.8	27.7	138	277	554
	23.4	2.8	5.6	11.1	55.6	111	222	10.8	7.1	14.1	28.3	141	283	565
	23.2	2.8	5.6	11.3	56.3	113	225	10.6	7.2	14.4	28.9	144	289	577
	23.0	2.8	5.7	11.4	56.9	114	228	10.4	7.4	14.7	29.5	147	295	590
	22.8	2.9	5.8	11.5	57.6	115	230	10.2	7.5	15.1	30.1	151	301	603
	22.6	2.9	5.8	11.6	58.2	116	233	10.0	7.7	15.4	30.8	154	308	616
	22.4	2.9	5.9	11.8	58.9	118	236	9.8	7.9	15.8	31.5	158	315	630
	22.2	3.0	6.0	11.9	59.6	119	238	9.6	8.1	16.1	32.2	161	322	645
	22.0	3.0	6.0	12.1	60.3	121	241	9.4	8.2	16.5	33.0	165	330	660
	21.8	3.1	6.1	12.2	61.0	122	244	9.2	8.4	16.9	33.8	169	338	676
	21.6	3.1	6.2	12.3	61.7	123	247	9.0	8.7	17.3	34.6	173	346	692
	21.4	3.1	6.2	12.5	62.5	125	250	8.8	8.9	17.7	35.5	177	355	710
	21.2	3.2	6.3	12.6	63.2	126	253	8.6	9.1	18.2	36.4	182	364	728
	21.0	3.2	6.4	12.8	64.0	128	256	8.4	9.3	18.7	37.3	187	373	747
	20.8	3.2	6.5	13.0	64.8	130	259	8.2	9.6	19.2	38.3	192	383	767
	20.6	3.3	6.6	13.1	65.6	131	262	8.0	9.8	19.7	39.4	197	394	788
	20.4	3.3	6.6	13.3	66.4	133	266	7.8	10.1	20.2	40.5	202	405	810
	20.2	3.4	6.7	13.4	67.2	134	269	7.6	10.4	20.8	41.7	208	417	833
	20.0	3.4	6.8	13.6	68.1	136	272	7.4	10.7	21.4	42.9	214	429	857
	19.8	3.4	6.9	13.8	69.0	138	276	7.2	11.0	22.1	44.2	221	442	883
	19.6	3.5	7.0	14.0	69.9	140	279	7.0	11.4	22.8	45.5	228	455	911
	19.4	3.5	7.1	14.2	70.8	142	283	6.8	11.7	23.5	47.0	235	470	939
	19.2	3.6	7.2	14.3	71.7	143	287	6.6	12.1	24.3	48.5	243	485	970
	19.0	3.6	7.3	14.5	72.6	145	290	6.4	12.5	25.1	50.1	251	501	1000
	18.8	3.7	7.4	14.7	73.6	147	294	6.2	13.0	25.9	51.9	259	519	1040
	18.6	3.7	7.5	14.9	74.6	149	298	6.0	13.4	26.9	53.7	269	537	1070
	18.4	3.8	7.6	15.1	75.6	151	302	5.8	13.9	27.8	55.7	278	557	1110
	18.2	3.8	7.7	15.3	76.6	153	306	5.6	14.4	28.9	57.8	289	578	1160
	18.0	3.9	7.8	15.5	77.6	155	311	5.4	15.0	30.0	60.1	300	601	1200
	17.8	3.9	7.9	15.7	78.7	157	315	5.2	15.6	31.3	62.5	313	625	1250
	17.6	4.0	8.0	16.0	79.8	160	319	5.0	16.3	32.6	65.2	326	652	1300

表2. 源河川底質中の懸濁物質含量 (kg/m³).

河口からの距離										
採取地点 (工事現場からの距離)		5月19日	8月12日	8月31日	9月21日	10月13日	11月9日	12月19日	2月3日	淀みの部分
上No5	11.3km	—	—	24.7	—	—	—	—	—	—
上No4	10.0	7.1	—	7.4	12.8	—	—	—	—	—
上No3	7.5	—	—	16.5	16.1	—	—	—	—	—
上No2	5.9	2.1	12.5	6.6	7.0	7.0	6.5	—	9.2	—
上No1	5.4	—	1.9	3.2	9.4	3.1	—	—	—	—
下No1A	5.2 (0.1)	65.2	250	420	970	239	247	—	15.5	115
下No1B	5.1 (0.2)	—	214	254	420	15.0	176	—	8.6	322
下No2	4.9 (0.4)	—	—	133	306	224	128	—	34.6	—
下No3	4.5 (0.8)	—	—	136	168	109	36.9	—	26.4	—
下No4	4.1 (1.2)	—	—	37.3	53.5	—	—	—	—	—
下No5	3.9 (1.4)	6.0	51.9	161	106	219	20.6	47.8	9.0	47.7
下No6	3.0 (2.3)	—	24.6	107	35.0	21.2	13.0	—	8.4	—
下No7	2.5 (2.8)	—	—	13.8	30.1	33.0	6.7	—	5.2	—
下No8	2.1 (3.2)	—	16.3	39.4	38.9	23.1	—	—	12.8	—
下No8B	1.7 (3.6)	—	—	—	—	—	17.9	11.0	16	—
下No9	1.3 (4.0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
下No9B	1.2 (4.1)	—	—	—	—	—	20.5	64.0	9.2	—
下No10	0.6 (4.7)	—	—	96.7	—	—	—	—	—	—

表3. 源河川河川水のSS濃度 (mg/l).

河口からの距離								
採取地点 (工事現場からの距離)		8月12日	8月31日	9月1日	9月21日	10月13日	10月13日	11月9日
上No5	11.3km	—	—	5.7	0.2	—	—	—
上No4	10	—	—	14.8	0.3	—	—	—
上No3	7.5	—	—	4.4	0.1	—	—	—
上No2	5.9	1.2	—	2.6	0.5	1.2	—	0.2
上No1	5.4	2.7	0.2	2.3	0.2	3.4	—	—
下No1A	5.2 (0.1)	289	1810	—	112	32.2	11.2	—
下No1B	5.1 (0.2)	184	2130	328	298	25.2	13.6	13.2
下No2	4.9 (0.4)	—	485	—	356	74.0	12.4	3.8
下No3	4.5 (0.8)	—	238	288	298	118	14.8	4.4
下No4	4.1 (1.2)	—	302	—	140	—	—	—
下No5	3.9 (1.4)	216	322	212	66.9	16.5	4.5	3.8
下No6	3.0 (2.3)	61.0	89.3	21.0	3.7	11.2	—	1.0
下No7	2.5 (2.8)	—	13.8	—	4.0	12.0	—	1.0
下No8	2.1 (3.2)	4.2	6.4	66.0	9.2	21.6	—	—
下No8B	1.7 (3.6)	—	—	—	—	—	—	6.8
下No9	1.3 (4.0)	4.4	5.4	18.8	10.0	—	—	—
下No9B	1.2 (4.1)	—	—	—	—	—	—	54.7
下No10	0.6 (4.7)	—	9.9	—	—	—	—	—