

中規模河床形態の形成条件に関する実験(2)

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄

正員 藤田裕一郎

京都大学大学院 学生員 古川隆司

鴻池組

正員 北田勝治

1. まえがき：河道に形成される中規模河床形態に関して、従来の研究では十分明確にされていない水深・粒径比の大きい場合におけるその形成条件の解明を目的として、前報¹⁾に引き続き水路実験を行い、とくに中規模河床形態の形成条件と小規模河床形態との共存について考察を加えるとともに、河川資料を用いて考察結果の適用性を検討した。

2. 実験の概要：水深・粒径比の大きい場合(Gシリーズ)の実験の設定条件を前報のものとともに表-1に示す。なお実験水路長は43mであり、Run G-1では給砂を行わず、Run G-2、G-3、G-4では停水時に下流端流出土砂量を測定後、最上流区間に補給した。

今回行ったRun G-3及びG-4の水理量の経時変化は、表-2のとおりである。また実験中の観察記録に基いて河床形態の経時変化を述べればつぎのようである。Run G-3では平均的水理条件がtransitionであったことと対応して、通水直後

河床はほぼ水路中心線を境にして二分され左岸側がupper regimeの、右岸側がlower regimeの河床波で覆われた。その後河床はほぼflat bedに近い状態になり、 $T=22\text{ hr}$ で比較的発達した砂州が形成された。しかし河床がlower regimeの河床波で覆われた $T=24\text{ hr}$ で一旦消滅しflat bedに近い $T=35\text{ hr}$ で再び発達した。これより、河床全域がlower regimeになると砂州が消滅し、flat bedやupper regimeの河床波が大半を占めると直ちに砂州が形成され発達していくと指摘できる。一方、Run G-4では通水開始後ripplesが河床全面を覆い、それが $T=10\text{ hr}$ まで徐々に発達したが $T=40\text{ hr}$ までのかなりの長時間、

砂州の兆しは全く認められなかった。しかし $T=45\text{ hr}$ になって砂州らしい交互の河床の凹凸が形成され始めた後は、かなり速やかに約20時間で明確な交互砂州へと発達した。

以上のような河床形態の状況及び表-3に示した砂州の無次元波長 λ_B ・無次元波高 H_B に基づき、Run G-1、G-2とともに砂州を分類したものが表-4である。

3. 中規模河床形態の形成条件：2の結果に基いて中規模河床形態の形成条件を村本・藤田の領域区分図²⁾によって検討すれば、図-1のようである。それによるとRun G-1は交互砂州領域にはいっているが、表-4の分類では交互砂州と複列砂州との境界付近にくるはずであり、一方Run G-2、G-4は準砂州領域にはいって現象と合致しておらず、Run G-3のみが区分図と合致している。

表-1 実験の設定条件

Run No.	Width (cm)	Discharge (l/s)	Initial slope	Mean diameter (mm)	Flow duration (hr-min)
G-1	130	6.0	1/500	0.206	307-15
G-2	130	20.0	1/500	0.206	39-51
G-3	130	13.0	1/200	0.206	35-23
G-4	130	20.0	1/1000	0.206	68-10

表-2 水理量の経時変化

Run No.	Time hr min	U (cm)	V (cm)	U (cm/sec)	FF	T ($\times 10^{-3}$)	U (cm/sec)	U/V	$\bar{n}$
G-3	0-15	3.63	3.44	27.84	0.471	4.72	4.058	6.99	0.0270
	1-37	3.03	2.89	33.09	0.539	4.87	3.688	9.42	0.0281
	3-19	3.58	3.35	29.21	0.513	4.42	3.768	8.17	0.0251
	11-37	3.51	3.32	30.40	0.559	4.84	3.796	8.23	0.0252
	17-43	3.30	3.13	31.07	0.559	4.16	3.548	8.93	0.0213
	23-30	2.93	2.85	34.36	0.649	4.33	3.454	10.39	0.0186
G-4	29-44	3.25	3.10	31.33	0.566	4.07	3.489	9.23	0.0207
	35-3	3.43	3.26	29.56	0.517	4.01	3.556	8.43	0.0222
	0-7	5.45	5.03	28.64	0.399	1.95	2.758	12.59	0.0186
	1-15	6.68	6.05	23.15	0.233	2.11	3.406	7.14	0.0293
	3-45	7.15	6.44	21.64	0.260	2.24	3.694	6.02	0.0345
	7-46	7.53	6.75	20.49	0.239	2.35	3.911	5.29	0.0370
	11-41	7.23	6.51	21.32	0.254	2.37	3.951	5.62	0.0356
	17-49	7.26	6.35	21.24	0.252	2.20	3.683	5.98	0.0354
	23-45	7.37	6.67	20.39	0.247	2.26	3.792	5.64	0.0372
	29-54	6.80	6.15	22.79	0.261	2.27	3.633	6.54	0.0324
	35-40	6.57	5.97	23.49	0.291	2.36	3.491	6.50	0.0315
	41-40	6.19	5.56	25.04	0.324	2.42	3.593	7.09	0.0286
	47-42	6.92	6.17	22.60	0.277	2.23	3.633	6.23	0.0332
	53-38	6.93	6.37	22.12	0.267	2.32	3.745	6.07	0.0343
	59-40	6.40	5.93	24.13	0.303	2.43	3.666	6.71	0.0304
	67-42	6.75	6.11	22.31	0.293	2.16	3.556	6.55	0.0313

表-3 砂州の形状特性量

Run No.	B/h	h/d	l_B/B	z_B/B	R(1)
G-1	43.48	145.15	2.38	0.0518	0.425
G-2	19.03	331.55	4.42	0.0741	0.971
G-3	38.30	160.09	7.00	0.0331	0.469
G-4	19.26	330.03	4.54	0.0523	0.966

表-4 砂州の分類

RUN	分類
G-1	交互砂州と複列砂州の中間形態
G-2	交互砂州
G-3	交互砂州
G-4	交互砂州

Yoshio MURAMOTO

Yuuichiro FUJITA

Takashi FURUKAWA

Shoji KITADA

さて図-1の領域区分図における粒径 d の意義は河床擾乱の最小単位、すなわち河床面に最初に現われる砂州の発生に關与するその凹凸に關する量、換言すればこの最小単位は粒径オーダーであろうと考えられている³⁾。一方Run G-1, G-2及びG-4のように河床全域がripplesに覆われた後に形成される砂州についても上述のような擾乱の最小単位が粒径オーダーであるとみなすことはもはや妥当とはいえないであろう。河床面が無表5小規模河床形態の波高・波長数のripplesに覆われている点を考慮して、砂州の発生に關与する河床擾乱の最小単位はripplesの波高のオーダーになっていると考えられる。この推論を図-1の区分図において表-5に示した河床波の波高 Δ を粒径 d の代わりに用いて検討する。図-1においてlower regimeの河床波の波高 Δ_L 、upper regimeの河床波の波高 Δ_U (G-3のみ)を用いたものをそれぞれ実験番号に'及び'をつけて示したとおりであり、結果はRun G-1, G-2及びG-4ではflat bed下の実験結果の区分線と良く合致している。一方、flat bedに近かったRun G-3では粒径 d を用いた方が準砂州に近く、砂州が比較的容易に消滅したことも含めて現象に合致している。以上より中規模河床形態の形成に關与する河床擾乱の最小単位がlower regimeの場合は河床波の波高、一方transitionやupper regimeの場合は粒径であると推論することは妥当と考えられる。

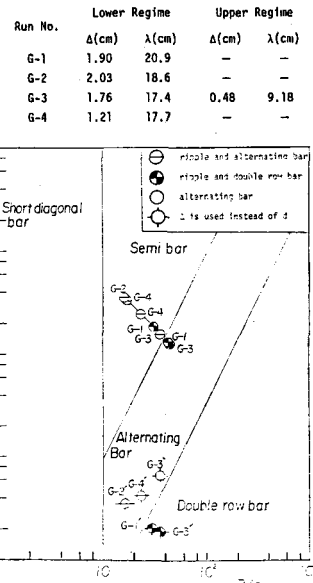


図-1 形成条件の検討

さらに砂州の形成過程における発達開始、すなわち波高の増加が著しくなり始めるまでの時間はRun G-1では100 hr、G-4では45 hr、掃流力の大きいG-2においても10 hrであるのに対し、G-3では5 hrでありまた一旦消滅した後も再び短時間で発達している。この開始時間の相違は掃流力を考慮するだけでは説明がつかず、砂州の前縁形状が明確になるには河床擾乱の最小単位の規模に応じた時間が必要であって、ripplesのように大きくなるとそれは粒径オーダーの場合に比して数倍以上の長時間になると推測される。つぎに以上の結果の河川への適用を試みる。

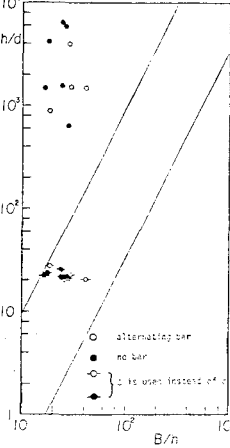


図-2 天塩川下流部

4. 河川への適用：例として天塩川下流部をとりあげ、測定データ⁴⁾を $B/h-h/a$ 区分図に示せば図-2のようである。一方、池田らの観測によればほぼいずれの地点でもdunesが形成されている。ここで池田⁵⁾らのdunesの波高の実測結果に基き $\Delta=0.3m$ を用いて3と同様の検討を行えばflat bedに対する領域区分図に合致するようになることがわかり、lower regimeの河床波が形成されていると考えられる場合、このような操作で河川の中規模河床形態の形成条件を予測することが可能である。

5. あとがき：今後、本文と同様の検討が可能な資料の蓄積とripple bedやflat bedにおける擾乱の形成過程に關する考察を深めていく必要がある。

《参考文献》 1) 村本・藤田・小池・古川；昭56 関西年講。 2) 村本・藤田；第22回水講 1978。 3) 藤田；京都大学学位論文 1978。

4) 北海道開発局土木試験所；蛇行特性資料 1979。 5) 池田・伊勢屋；北方科学調査報告 1, 筑波大 1980。