矢作川中流部（久澄橋～平戸橋）における空中写真に見る河道微地形の変遷

愛知工業大学土木工学専攻 4 年　佐原　悠介

1. はじめに

矢作川は木曽山脈南部の大川入山（1908 m）を源とし、豊田市、岡崎市を貫流し三河湾に注ぐ一級河川であり、かつては白い河原が特徴的な砂州の卓越した河川であった。しかし、現状の矢作川は、下流部において樹林化が進行し、矢作川の特徴である植生がない砂州や河口の干潟・ヨシ原が減少する等、かつての景観が消失しつつある。

矢作川は、過去に 1972 年の昭和 47 年 7 月豪雨、2000 年の東海豪雨などの水害によって幾度も洪水を繰り返しており、豊田市の鵜の首地区は川幅が狭く、東海豪雨と同規模あるいはそれ以上の洪水が発生したら、その上流で再び浸水被害が発生する恐れがあるのではないかと危惧されている。

そのため国土交通省は 2009 年 7 月 30 日に矢作川水系河川整備計画を策定し、久澄橋～平成記念橋の範囲では、矢作川水系河川整備基本方針で定めた計画高水流量（高橋地点で 4,100 m^3/s）を安全に流下させるための河川断面の確保を目的とした大幅な河道掘削および樹林伐開などの水位低下対策が検討されている。

一方、矢作川では、1971 年の矢作ダム完成以後、土砂供給が減少し、河床低下、河床のアーマー化などの問題が顕在化し、矢作川中流部においては河床撹乱頻度が低下し、矢作川の生態系に影響を与えている。

そこで、河道掘削に際しては、矢作川の生態系に影響を与える可能性があるため、動植物の生息・生育環境に配慮した掘削方法を考える必要がある。

本研究では、過去の矢作川の空中写真（表 1）の判読を行い、年代ごとに河道微地形、特に砂州を図示し、比較することで、河道微地形の変遷の規則性を把握し、矢作川の生態系に配慮した河道掘削の方法を検討するための一助としたい。

なお、砂州（＝砂礫堆）とは、河川では砂礫などが細長く堆積してできる地形で中規模河床形態と呼ばれる（水理委員会移動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会, 1973）。砂州には、左右交互に深掘れの生ずる交互砂州、両側に深掘れの生ずる複列砂州、河道の弯曲部の凸岸に出現する固定砂州などがある（高橋, 1990）。また、砂州における変化が顕著に表れる部分を砂州の前縁（前縁線、前線）と呼ぶ。

これらの河床の流れによって発生する起伏を河床波と呼び、砂州は中規模河床波と呼ばれる（板倉, 1999）。

本研究では、砂州を河床波として使っているが、砂州を河原（空中写真上の河川における低水路内の白い部分）と同様にして使う場合もある（皆川, 2000; 服部, 2001; 村岡, 2003）。

2. 研究方法

2.1　矢作川の絵図、地形図

1681 年に作成された篭川合流点（河口から 41.6 km）より下流の絵図、1891 年、1920 年の矢作川地

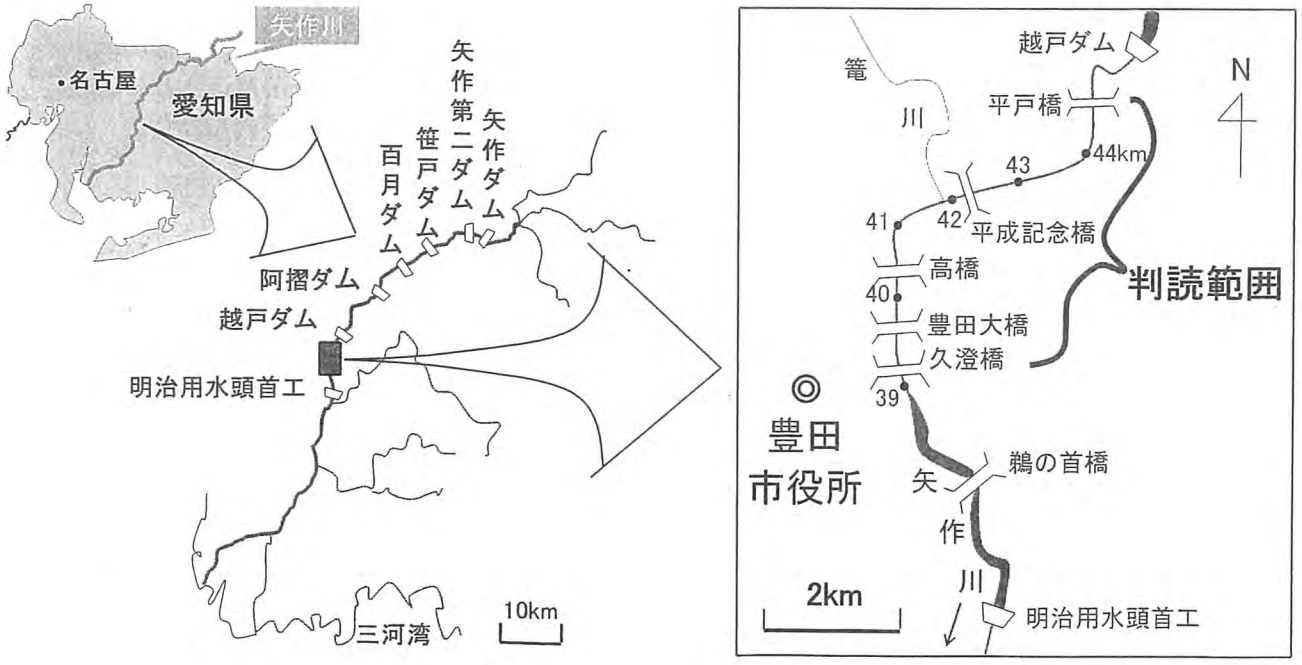

図 1　空中写真の判読範囲

表 1　使用した空中写真

撮影番号・コース番号・写真番号	撮影年月日
日本陸軍 97-J-10 40～44 109～113	1944.10.24
米軍 R514 53～54 75～78 96～99	1947.11.7
米軍 R1540 6～9 33～37	1948.7.13
米軍 R3421 21～23	1949.12.9
CB-61-5 C4-6613～6615 C5-6634～6637 C6-6659～6660	1961.4.28
CB-65-1X C10-19～21	1965.6.8
CB-76-4Y C5-7～8	1976.10.17
CCB-77-15 C20-42～44 C21-43～45 C22-40～43 C23-39～41	1977.10.19
CB-80-9 C8-7～10 C9-8～9	1980.6.4
CB-80-9 C7-9～11	1980.6.5
CCB-82-3 C1B-43～44	1982.11.28
CCB-82-2 C17-61～62 C18-58～62 C19B-6～8	1982.12.4
CCB-87-3 C4-58～59 C5-56～60 C6-69～71	1987.10.18
CB-90-1X C2-4～6	1990.5.26
CCB-95-1X C2-4～6	1995.8.4
中日本 2000 C1-9862～9865 C2-9857～9858	2000.4.16
DET2002 C14-3009～3011 C15-3016～3017 C16-3040～3041	2002.5.20
CCB-2007-3 C5-78～84 C6-81～86 C7-83～91	2007.6.16 2007.8.16

形図（2 万分の 1、2 万 5 千分の 1）を図 2 に示し、これらを用いて、使用する空中写真（表 1）よりも過去の矢作川の河道微地形を調べた。

2.2　空中写真の判読

矢作川河口から約 39.4 km～44.8 km（久澄橋～平戸橋）の区間（図 1）における空中写真（表 1）から反射鏡式実体鏡を用いて、水際線・砂州（特に前縁）・高水敷を判読し、図示した。

なお、1948 年は、下流（久澄橋～篭川合流点）1949 年は、上流（篭川合流点～平戸橋）の空中写真が撮影されていなかったため、1948 年と 1949 年の判読結果を合わせて 1 つの判読結果とした。砂州の前縁の判読に際しては、井口（1979）の解説を参考にした。

2.3　判読結果の模式化

図示した判読結果を平戸橋（河口から 44.8 km）～篭川合流点（同 41.6 km）と篭川合流点（同 41.6 km）～久澄橋（同 39.4 km）を合わせて帯状にして図示し、判読結果（図 5, 6）を参考にして、共通している見られる砂州を対象に、上流から 1～13 に番号付けした。さらに 1～13 の砂州を波高の高いものと波高の低いものに分けて図示し、継続していると考えられるものを実線で結び、出現および消失が不明な期間は点線で示した。

また、この研究では交互砂州において、右岸側へ向かう流れによって形成された砂州を「右岸砂州」と呼び、左岸側へ向かう流れによって形成された砂州を「左岸砂州」と呼ぶことにする。さらに、左右両岸への流れによって形成された砂州を「両岸砂州」と呼ぶ。

後者の砂州は、複列砂州への移行的な河床形態と考えられ、しばしば低水路の中央に中州ができる。

なお、1944 年、1965 年、1976 年、1990 年、1995 年の空中写真は縮尺が小さく、正確な判読が困難であったため、判読結果は示さず、模式図および砂州の変化のみを図示した。

また、1965 年、1976 年は 1977 年、1990 年は 1987 年、1995 年は 2000 年の判読結果を参考にして模式図を作成した。

2.4　現地観察

2013 年 10 月 4 日に久澄橋（河口から 39.4 km）～篭川合流点（同 41.6 km）の区間、同年 10 月 11 日に平成記念橋（同 42.0 km）～越戸の小又（同 44.2 km）の区間の現地観察を行い、各区間の低水路を歩いて、2013 年 9 月に発生した台風 18 号の影響による河道微地形の変遷を観察した。

3.　結果と考察

3.1　絵図、地形図による過去の河道微地形

1681 年の絵図からは、現在の地形にはない波長の長い砂州と低水路幅の長さが読み取れる。1891 年、1920 年の地形図からは、平戸橋下流（河口から 44 km 付近）に大きな中州が読み取れるが、1947 年の空中写真ではこの中州はなくなっており、1920 年から 1947 年の間に大きな出水があったのではないかと考えられる。

3.3　空中写真の判読結果

判読の結果を図 4, 5、判読結果の模式図を図 6 に示す。

・1947 年

42 km 付近より上流に波長が長く、波高の高い交互砂州が多く見られた。42 km 付近より下流になると波高の低い複列砂州のみが見られた。

・1948～1949 年

1947 年の写真とほとんど変わらない。

・1961 年

42 km 付近より上流の交互砂州の波高が低くなり、低水路の平坦化が読み取れ、水面の濁りにより、42 km 付近より下流の複列砂州がなくなり、1940 年代よりも波高の低い交互砂州になった。

これらは、山砂利・陶土採取による汚濁排水が原因の 1 つと考えられる（田中, 2003）。

・1977 年

42 km 付近より上流および下流に 1940 年代よりも波長の短い交互砂州が再び現れ、42 km 付近よりも下流に波高の高い交互砂州が現れた。

1961 年の写真と比較すると、42 km 付近より上流も下流も低水路の幅が狭くなっているのが読み取れる。

1977 年の写真から各所に人工の凸部が出現している（図 3 参照）。

これは、流路を狭めるために設置され、釣り場の水深確保を目的としたものと思われる（古川・新見・小川・芝村, 2002, p.49）。

・1980 年

44 km 付近の分岐流路（通称：越戸の小又）が読み取れる（図 3 参照）。

これは、矢作川漁業協同組合によって行われたという漁場整備と思われる（古川・新見・小川・芝村, 2002, p.49）。

・1982 年

43 km 付近（お釣り土場・平井公園）の中州の分断が読み取れた（図 3 参照）。

これは、1981 年 12 月 1 日から 1982 年 2 月の期間に行われたものである（古川・新見・小川・芝村, 2002, p.49）。

・1987 年

1982 年の写真とほとんど変わらない。

・2000 年

42km 付近より上流は、1987 年の写真とほとんど変わらないが、42 km 付近より下流は、40 km 付近に豊田大橋ができ、豊田大橋下流に新たな砂州の前縁が現れた。

・2002～2007 年

2000 年 9 月に矢作川は、東海豪雨の被害を受けているが、2000 年の写真とほとんど変わらない。

・考察

1940 年代の砂州は、42 km 付近より上流は波長が長く、波高が高かった。42 km 付近より下流は波高が低かった。

1960 年代の砂州は、波高が低くなり、1970 年代以降は、砂州の前縁の波長・位置にあまり変化はないが、42 km 付近より下流に波高の高い砂州が現れた。

これは、42 km 付近より下流の河床材料が 1960 年代までは粒径 1 mm 以下の砂で占められていたが、1970 年代以降は粒径 10 cm 以上の礫が増え、河床材料が粗粒化したためと考えられる（北村・田代・辻本, 2001）。

3.4 砂州の変化

模式図の番号付けした砂州の前縁を取り出し、上流から順に並べて、砂州の変化を示したものを図 7 に示す。

図 2　矢作川絵図（左）、矢作川地形図（中央：2 万分の 1、右：2 万 5 千分の 1）

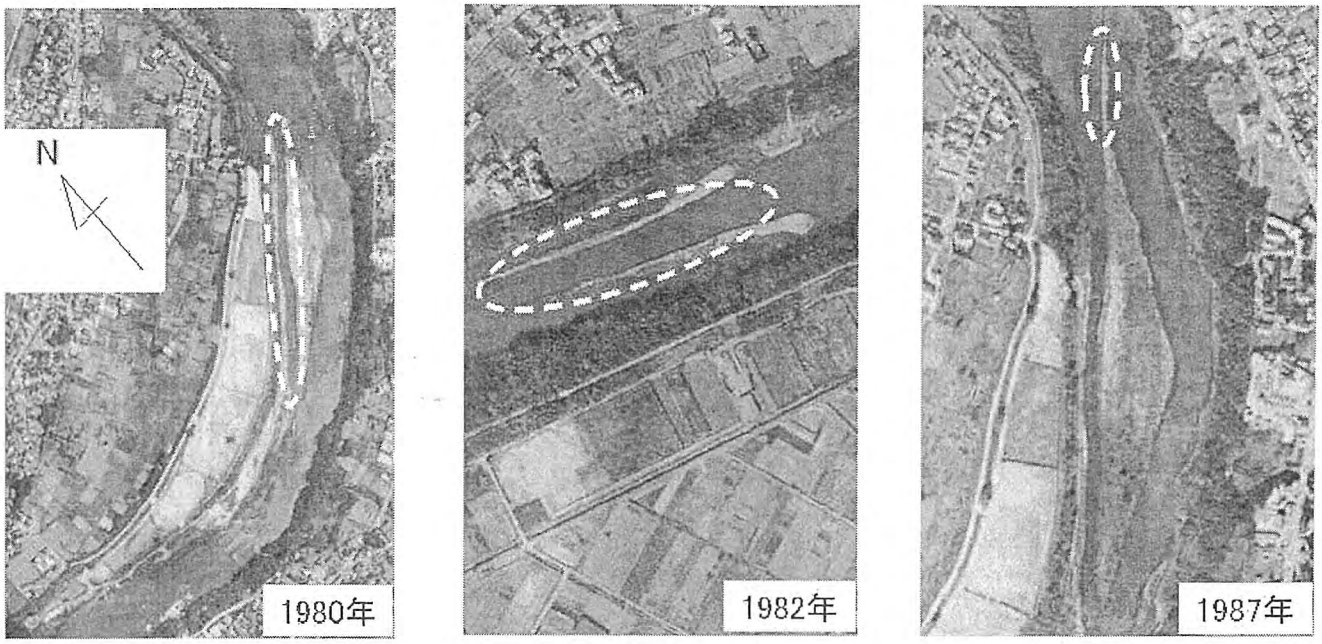

図 3　越戸の小又（左）、河口から 43 km 付近の中州の分断（中央）、同 44 km 付近の人工の凸部（右）

・砂州 No.1

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる両岸砂州で、1961 年の写真ではなくなっており、1976 年の写真から左岸砂州として現れ、2013 年まで継続している。

図 2 に示した 1891 年、1920 年の地形図を見ると現在の平戸橋下流に大きな中州があり、砂州 No.1 はこの中州が変化したものであると考えられる。

・砂州 No.2, 3

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の高い左岸砂州で、2013 年まで継続している。

・砂州 No.4

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られた右岸砂州で、1961 年の写真からはなくなっており、2013 年にも見られない。

・砂州 No.5

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる右岸砂州で、1961 年までの写真にはあったが、1965 年の写真からはなくなっており、2013 年にも見られない。

・砂州 No.6

1965 年の写真に見られる両岸砂州で、1981 年 12 月 1 日から 1982 年 2 月の期間に行われた中州の分断により（古川・新見・小川・芝村, 2002, p.49）、1982 年の写真からなくなった。

1990 年の写真から再び両岸砂州として現れたが、2000 年の写真から左岸砂州に変化し、2013 年まで継続している。

・砂州 No.7

1947 年、1948 年の写真に見られる波高の高い左岸砂州で、1961 年の写真ではなくなっているが、1965 年、1976 年、1977 年の写真で再び現れ、2013 年まで継続している。

・砂州 No.8

1976 年、1977 年の写真に見られる波高の高い右岸砂州で、2000 年の写真まではあったが、2002 年の写真からなくなっており、2013 年にも見られない。

・砂州 No,9

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の低い右岸砂州で、1961 年の写真ではなくなっているが、1977 年の写真から波高が高くなり、2013 年まで継続している。

・砂州 No.10

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の低い右岸砂州で、1961 年の写真ではなくなっているが、1965 年、1976 年、1977 年の写真から波高が高くなり、2013 年まで継続している。

・砂州 No.11

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の低い右岸砂州で、1961 年の写真ではなくなっているが、1965 年、1976 年、1977 年の写真から再び現れ、2000 年の写真で再びなくなったが、2007 年の写真に再び現れ、2013 年まで継続している。

・砂州 No.12

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の低い両岸砂州で、1961 年の写真から右岸砂州に変化し、1980 年の写真ではなくなっているが、1982 年の写真で再び現れ、2002 年の写真から両岸砂州に戻り、2007 年の写真から波高が高くなり、2013 年まで継続している。

・砂州 No.13

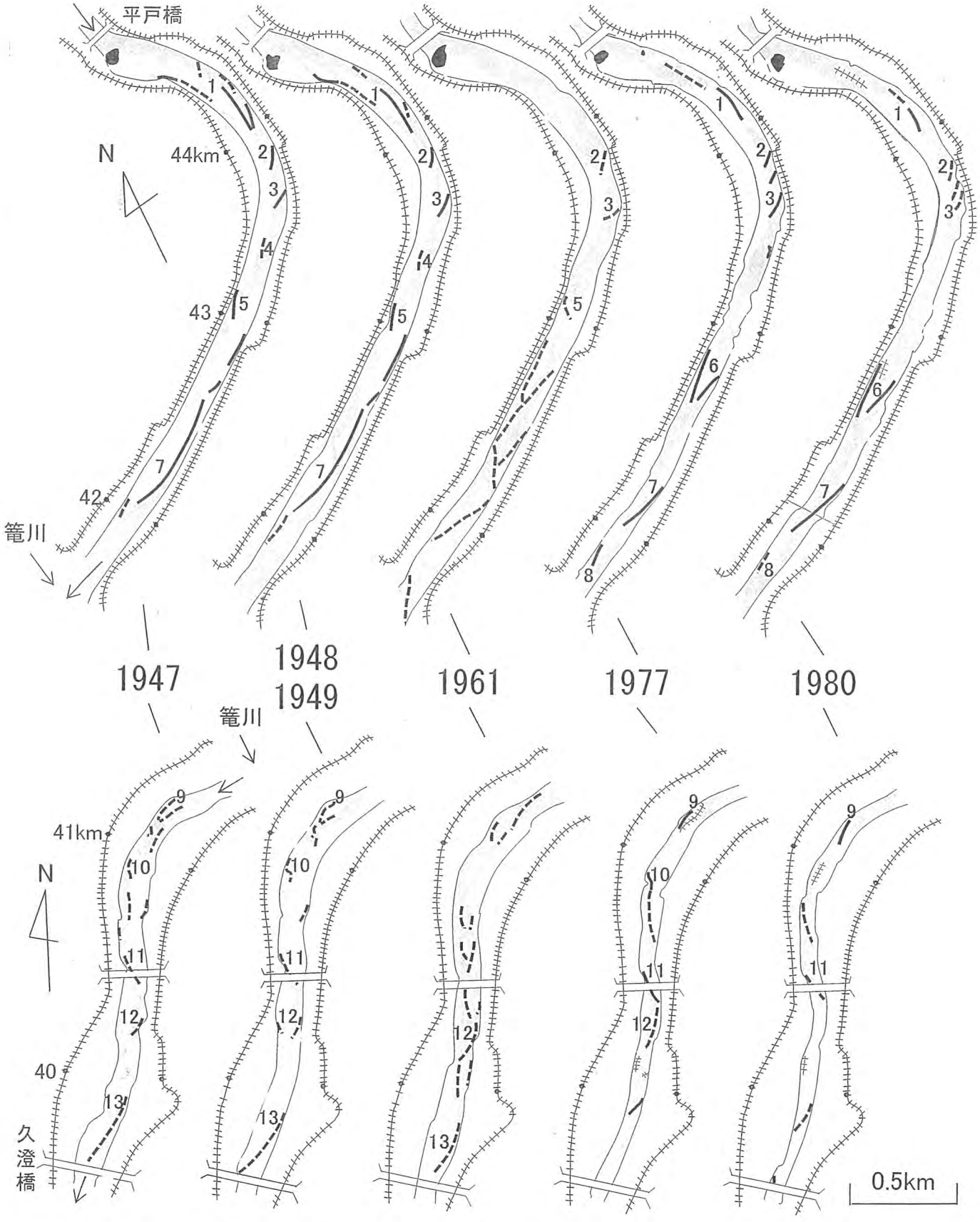

図 4　平戸橋～篭川合流点（上）と篭川合流点～久澄橋（下）の判読結果（1947～1980 年）

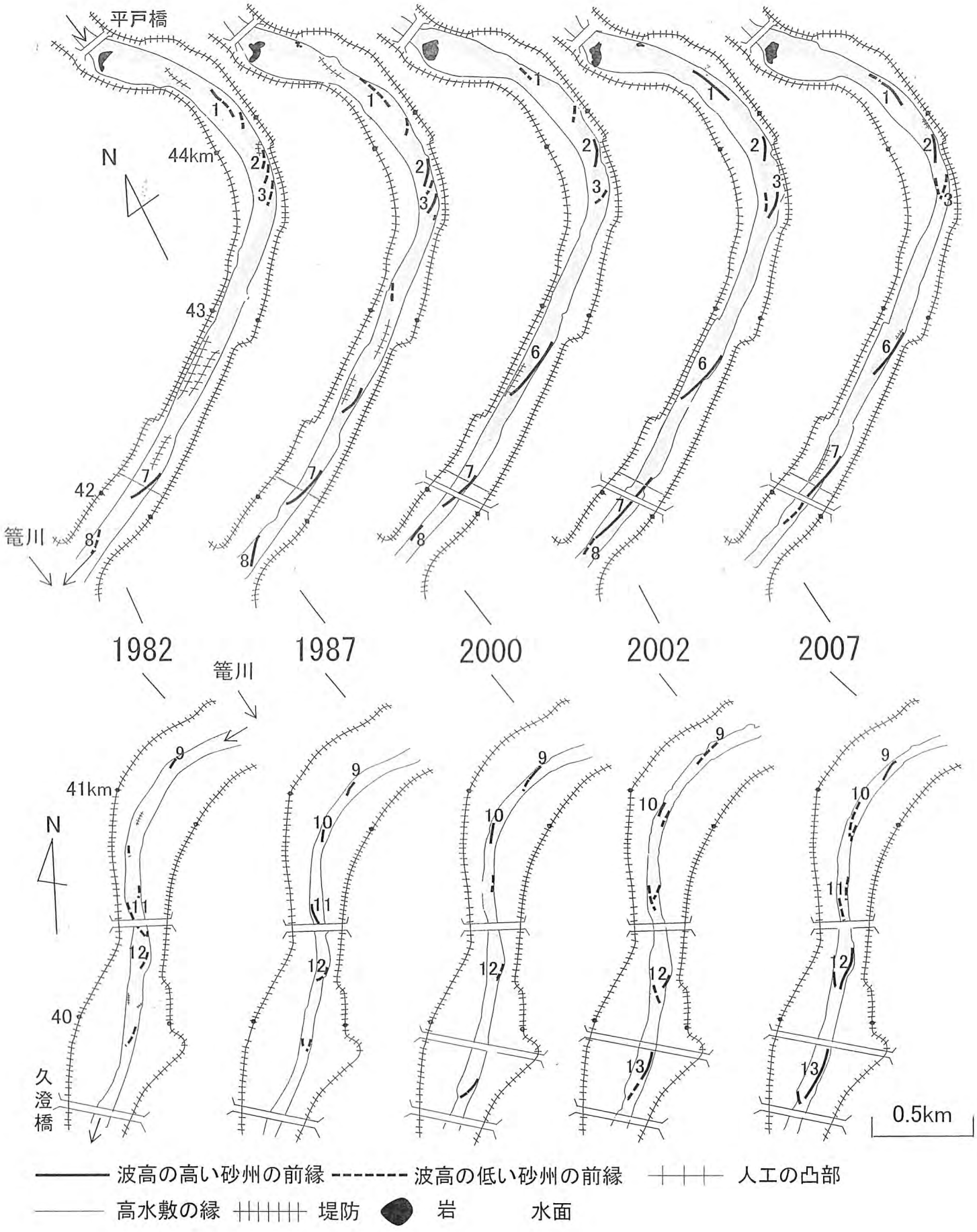

図 5　平戸橋～篭川合流点（上）と篭川合流点～久澄橋（下）の判読結果（1982～2007 年）

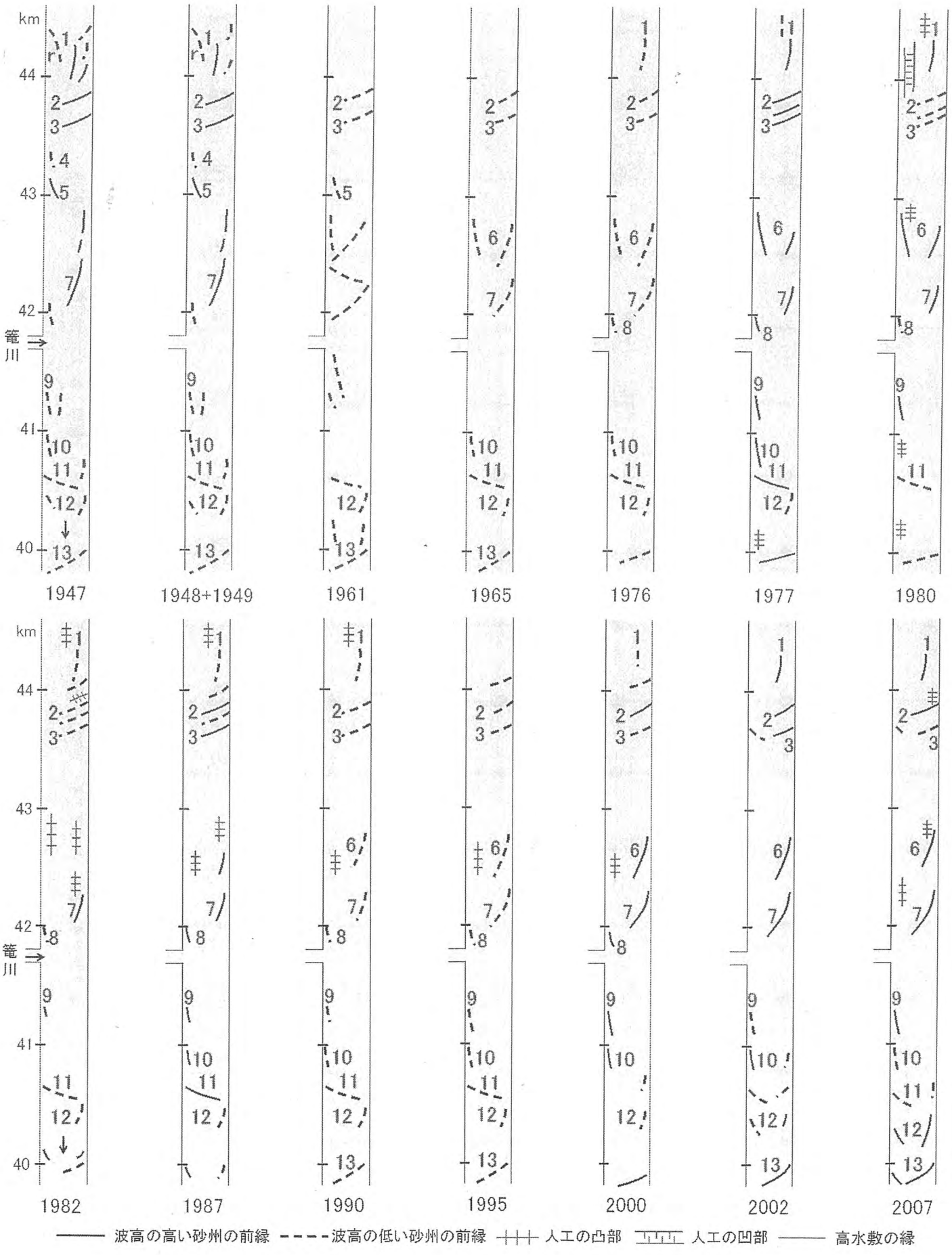

図 6　平戸橋～久澄橋の判読結果の模式図（1947～2007 年）

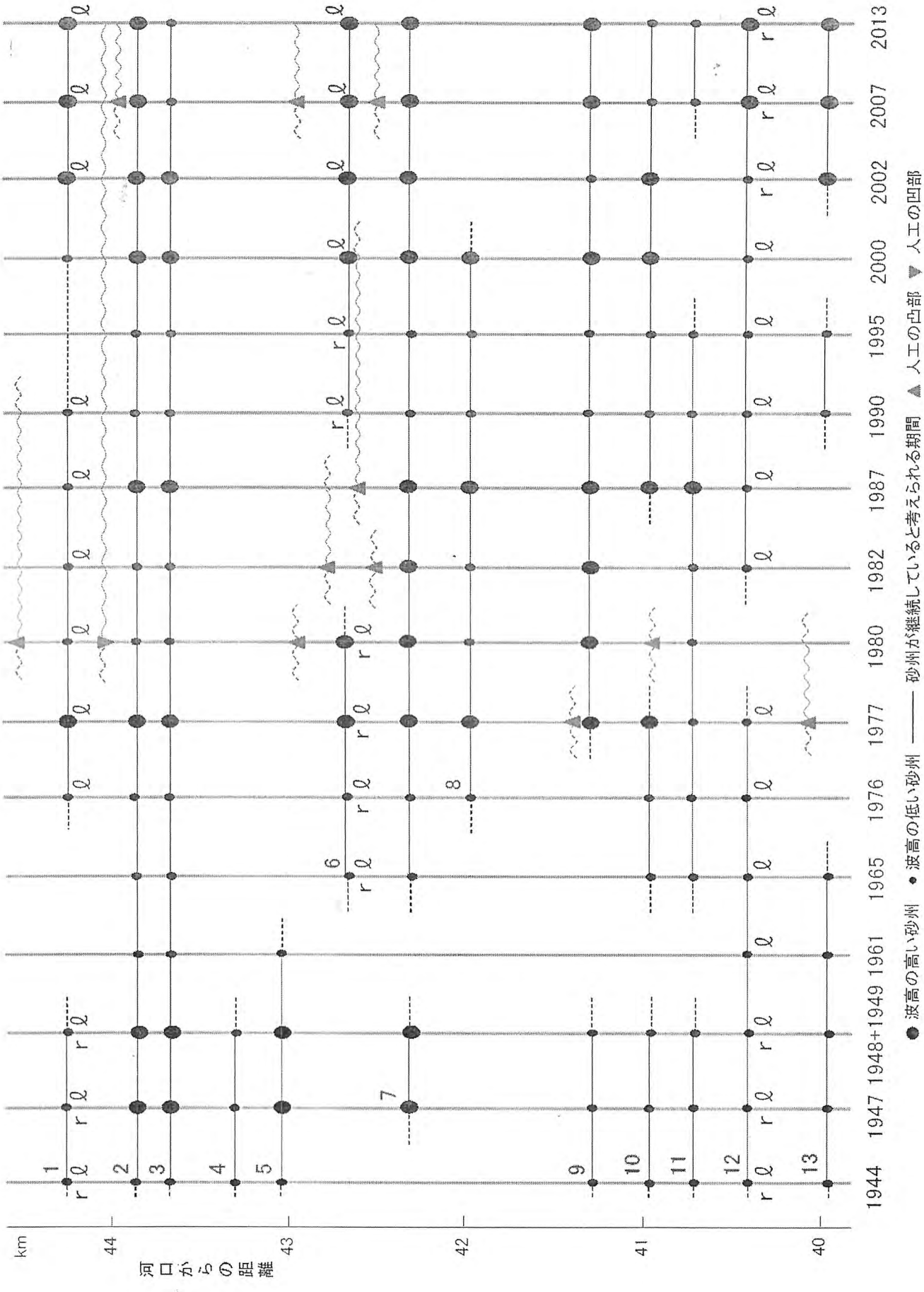

図 7　空中写真の判読による砂州の変化（1947 年～2013 年, ただし 2013 年は現地観察）

1944 年、1947 年、1948 年の写真に見られる波高の低い左岸砂州で、1976 年、1977 年の写真ではなくなっており、1990 年の写真から再び現れ、2002 年の写真から波高が高くなり、2013 年まで継続している。

・砂州 No.1～8（42 km 付近より上流）

1944 年、1947 年、1948 年の写真では、砂州 No.2, 3, 5, 7 の波高の高い砂州が多く見られた。

1961 年、1965 年の写真から砂州 No.1, 4, 5 がなくなり、1977 年の写真から新たな砂州 No.6, 8 が現れ、1940 年代から 1970 年代以降にかけて河道微地形が大きく変化したことが読み取れる。

・砂州 No.9～13（42 km 付近より下流）

1944 年、1947 年、1948 年の写真では、砂州 No.9～13 の波高の低い砂州が多く見られ、42 km 付近より上流の砂州とは異なり、大きな変化は見られず、2013 年まで継続している。

1940 年代から 1960 年代までの写真では波高の低い砂州のみであったが、1977 年の写真から波高の高い砂州が現れたことが読み取れる。

・考察

1940 年代の写真では、42 km 付近より上流には波高の高い砂州が多く、42 km 付近より下流には、波高の低い砂州が多い。

1961 年の写真から波高の低い砂州が増え、1977 年の写真からは、42 km 付近より上流に波高の高い砂州が再び現れ、42 km 付近より下流に波高の高い砂州が現れたが、1940 年代から 1960 年代の写真と比べると砂州にあまり変化はない。

特に、2000 年の東海豪雨、2013 年 9 月の台風 18 号前後を比較しても、砂州にあまり変化がないことがわかる。

このように砂州の変化が異なる要因としては、矢作ダムが建設されたことによって、上流からの土砂移動が減少したことにあるのではないかと考えられる。

4. まとめ

1944 年から 2007 年までの矢作川中流部（久澄橋～平戸橋, 河口から 39.4～44.8 km）の空中写真を判読し、2013 年 10 月に現地を観察して、矢作川中流部の河道微地形の変遷を調べた。

1940 年代には、42 km 付近より上流には波長が長く、波高の高い交互砂州があった。42 km 付近より下流には複列砂州が見られた。1960 年代は、これらの砂州はなくなり、河道微地形が不明瞭になった。

1970 年代には、1940 年代より波長の短い交互砂州が、42 km 付近の上流にも下流にも現れ、現在に至っている。

これらの交互砂州は、2000 年 9 月の東海豪雨、2013 年 9 月の台風 18 号など大規模な出水を受けても、あまり変化が見られない。これは、矢作ダム建設などによって土砂移動が減少し、河床が過度に安定しているためと考えられる。

このことから、河道掘削によって現在の矢作川を 1940 年代の矢作川のように撹乱に富んだ生態系とすることは容易ではないと考えられる。

引用文献

井口昌平（1979）川を見る－河床の動態と規則性. 東京大学出版会.

古川彰・新見幾男・小川都・芝村龍太（2002）河川管理思想の変化. 矢作川 100 年誌資料研究: 43-55. 豊田市矢作川研究所.

田中蕃（2003）矢作川の汚濁・歴史と現状. 環境漁協宣言－矢作川漁協 100 年史. 矢作川漁協 100 年史編集委員会編: 259-280. 風謀社, 名古屋.

高橋裕（1990）河川現象とその解析. 河川工学: 89-90. 東京大学出版社.

水理委員会移動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会（1973）移動床流れにおける河床形態と粗度. 土木学会論文報告集, 210: 66-67.

北村忠紀・田代喬・辻本哲郎（2001）生息場評価指標としての河床撹乱頻度について. 河川技術論文集, 7: 297-302.

板倉忠興（1999）河床変動と河岸侵食. 水理公式集. 土木学会水理委員会水理公式集改訂小委員会編: 174-193. 土木学会.

皆川朋子（2000）河道の変化. 多摩川の総合研究－永田地区を中心として. 河川生態学術研究会多摩川研究グループ編集委員会編: 112-114. リバーフロント整備センター. 東京.

服部敦（2001）河道特性とその変遷. 千曲川の総合研究－鼠橋地区を中心として. 河川生態学術研究会千曲川研究グループ編集委員会編: 105-134. リバーフロント整備センター. 東京.

村岡敬子（2003）砂州の変遷. 木津川の総合研究－京田辺地区を中心として. 河川生態学術研究会木津川研究グループ編集委員会編: 29-32. リバーフロント整備センター. 東京.

参考文献

大村泰章・神尾孝弘・守屋良平（2000）空中写真で見た矢作川中流の河床形態の経年変化. 平成 12 年度卒業研究集, Group7: 6-10.

竹原茂信・中川祐・丸井雄一郎（2006）矢作川豊田大橋付近における環境に配慮した河道の平面計画. 平成 18 年度卒業研究集, Group8: 1-11.

安藤真也（2009）矢作川古鼠の中州の発達過程とその浸食を促進する事業の効果. 愛知工業大学研究報告. 専門関係論文集, 第 45 号 B: 143-152.

清水義彦（2008）掘削による砂州上の洪水撹乱の誘発と樹林化対策に関する研究. 河川整備基金助成事業報告書.

中村剛・内田臣一（2003）矢作川上・中流域にお

ける礫の移動. 愛知港工業大学研究報告. 専門関係論文集, 第 38 号 B: 127-134.
山本晃一（1994）一様砂からなる開水路移動床の流れの抵抗と流砂量. 沖積河川学: 383-424. 山海堂, 東京.
山本晃一（2004）一様砂からなる開水路移動床の流れの抵抗と流砂量. 構造沖積河川学－その構造特性と動態: 12-53. 山海堂, 東京.
山本晃一（2010）移動床の水理. 沖積河川－構造と動態: 10-85. 技報堂出版, 東京.
吉川秀夫(1985)河床形態. 流砂の水理学: 155-190. 九善, 東京.
福岡 捷二 (2005) 固定側岸をもつ流路内の交互砂州. 洪水の水理と河道の設計法: 171-184. 森北出版, 東京.