

2. 河川からの土砂流入

河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の細粒化の要因になる可能性があることから、有明海及び八代海に流入する代表的な河川について、その流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理した。海域に流入する土砂量について経年的な実測データが無いことから、流入土砂量に影響を与えると考えられる砂利採取等の量や河床変動等について経年変化を整理した。

有明海及び八代海に流入する河川は各々100 河川、47 河川あり（表 3.2.1、図 3.2.1）、海域へ流入する河川の流域面積に占める割合は、有明海では筑後川、八代海では球磨川が最も大きい¹⁾。

表 3.2.1 有明海、八代海の流入河川の流域面積

| 種別 | 名称等 | 流域面積 (km ²) | 種別 | 名称等 | 流域面積 (km ²) | | |
|------|--------------|-------------------------|-------|------|-------------------------|-----------|----------|
| 一級河川 | 有明海流入 8河川 | 筑後川 | 2,860 | 二級河川 | 有明海流入 92河川 | 福岡県(4河川) | 1,209.69 |
| | | 緑川 | 1,100 | | | 佐賀県(28河川) | |
| | | 菊池川 | 996 | | | 長崎県(36河川) | |
| | | 矢部川 | 647 | | | 熊本県(24河川) | |
| | | 白川 | 480 | | 八代海流入 46河川 | 熊本県(42河川) | 1,091.08 |
| | | 嘉瀬川 | 368 | | | 鹿児島県(4河川) | |
| | | 六角川 | 341 | | 有明海 | 100河川 | 8,250.69 |
| | | 本明川 | 249 | | 八代海 | 47河川 | 2,971.08 |
| | 八代海流入 | 球磨川 | 1,880 | 合計 | 147河川 | 11,221.77 | |

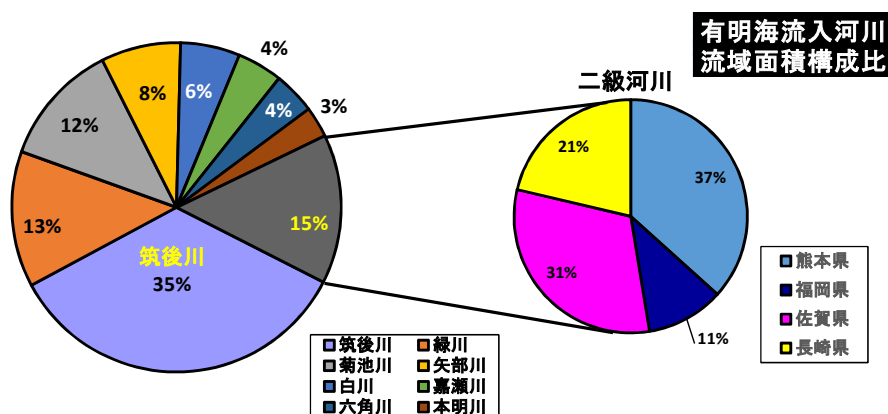


図 3.2.1 有明海流入河川流域面積構成比

出典：福岡捷二（2005）「第13回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」を改変

(1) 河川の流況及び河床変動等の変化

ア) 筑後川

有明海の代表河川である筑後川の概要は、流域面積 2,860km²、幹川流路延長 143km、平均年間総流量 36.6 億 m³（最大 66.3 億 m³、最小 16.5 億 m³：1973（昭和 48）～2014（平成 26）年）、低水流量約 47m³/s、流域内人口約 109 万人（1995 年度末）である。筑後大堰の築造は、固定堰の撤去と河道掘削により洪水流下能力を 6,000m³/s から

9,000m³/sに増大させるとともに、新規利水として0.35m³/sを開発した。可動堰化により洪水時は流下を阻害せず、平水時は塩水の流入を阻止して安定した取水を可能とした。流域外への導水量（水道用水）年間7,000万～9,000万m³は、年間総流量に比して少なく、取水された農業用水（域内導水）も有明海に戻る。筑後大堰の全開回数は年平均3.8回（流入量1,000m³/s以上の洪水時に全開）であり、これにより堰上流の堆砂を解消している。筑後川の年間総流量は降水量に応じて変化しているが、年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない²⁾（図 3.2.2）。

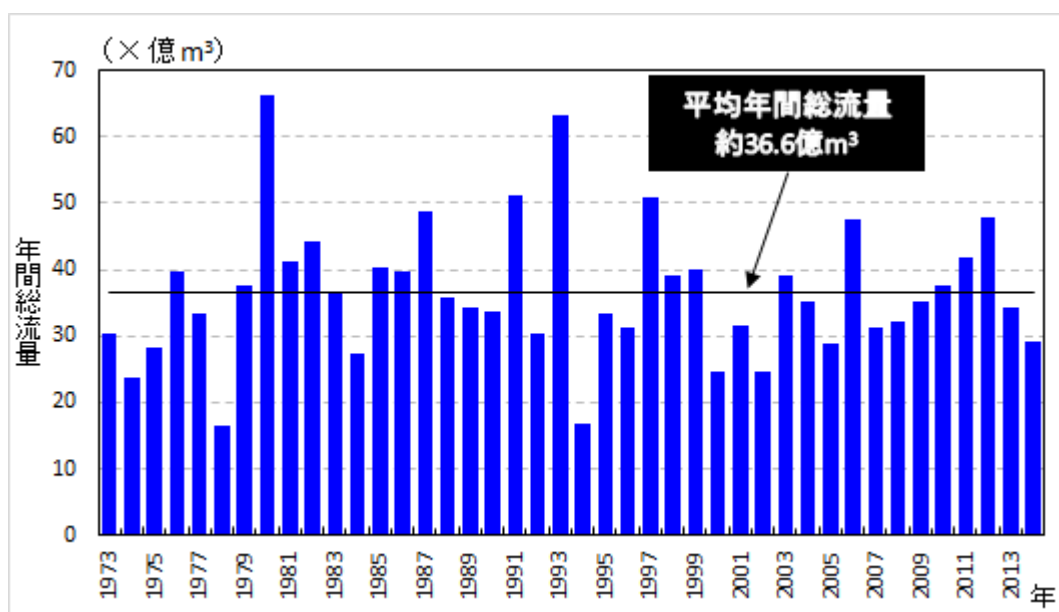


図 3.2.2 筑後川（瀬の下）の年間総流量の推移

出典：国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省が作成した。

筑後川の河床は、1953（昭和28）年を基準として50年間で約3,400万m³分低下し、その内訳は、砂利採取2,490万m³、河川改修500万m³、ダム堆砂260万m³、干拓利用160万m³であり（図 3.2.3）、1970（昭和45）年以降では約1,200万m³分の低下がみられた。砂利採取により河床材料が変化し、下流部（河口から0～22km）ではシルト・粘土の増加と細砂・粗砂の減少、上流部では礫の増加がみられる¹⁾（図 3.2.4）。

2010年度の筑後川下流河道における柱状コアサンプリング調査によれば、河床には砂と粘性土が複雑な互層構造で分布しており、洪水時だけでなく平水時にも河床を砂が移動していると推定されている³⁾（図 3.2.5）。

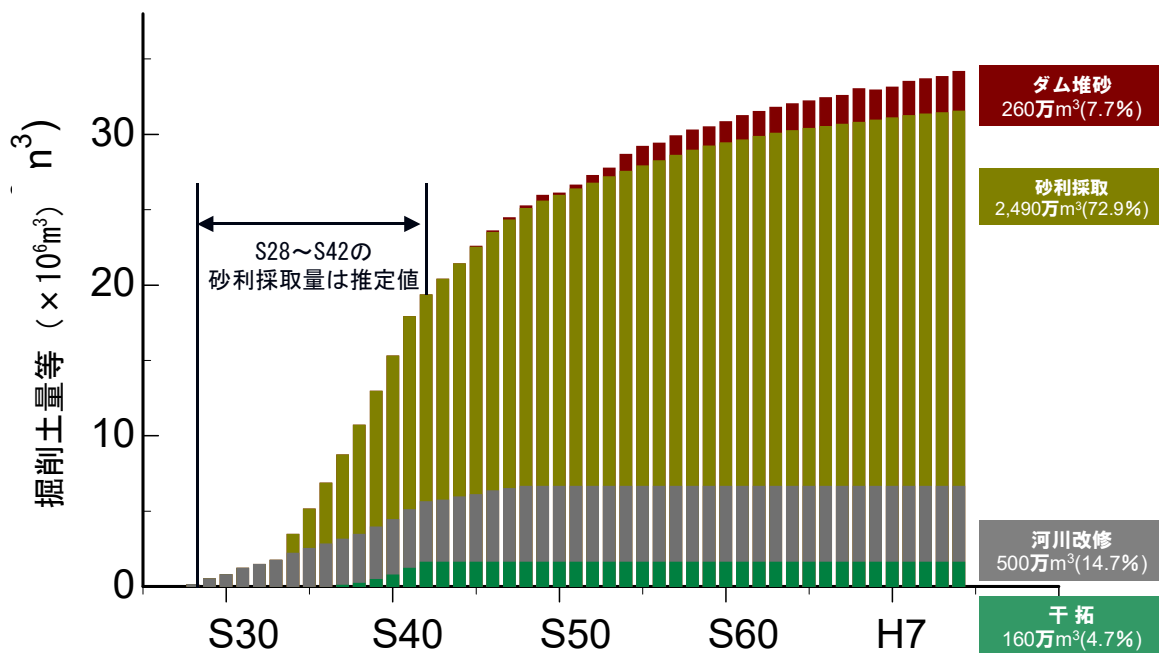


図 3.2.3 河川（筑後川）からの土砂の持出し等の累積値

出典：福岡捷二（2005）「第13回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」

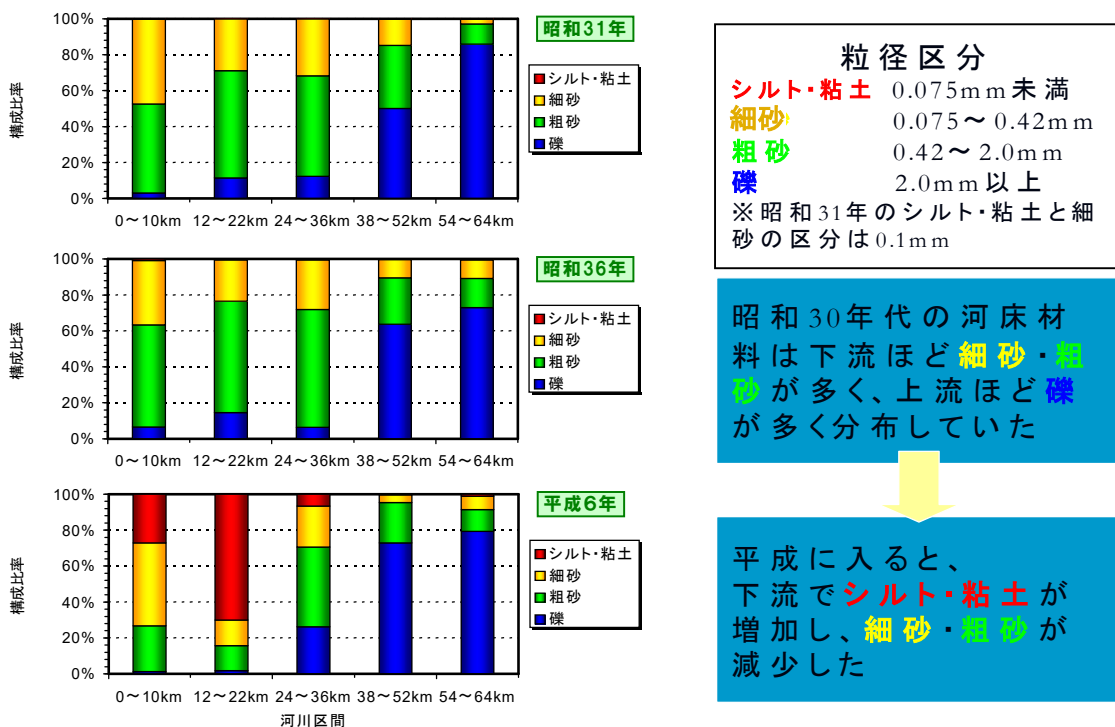


図 3.2.4 筑後川の河床材料の変化

出典：福岡捷二（2005）「第13回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」

調査結果（洪水前後コア比較図：4k地点）

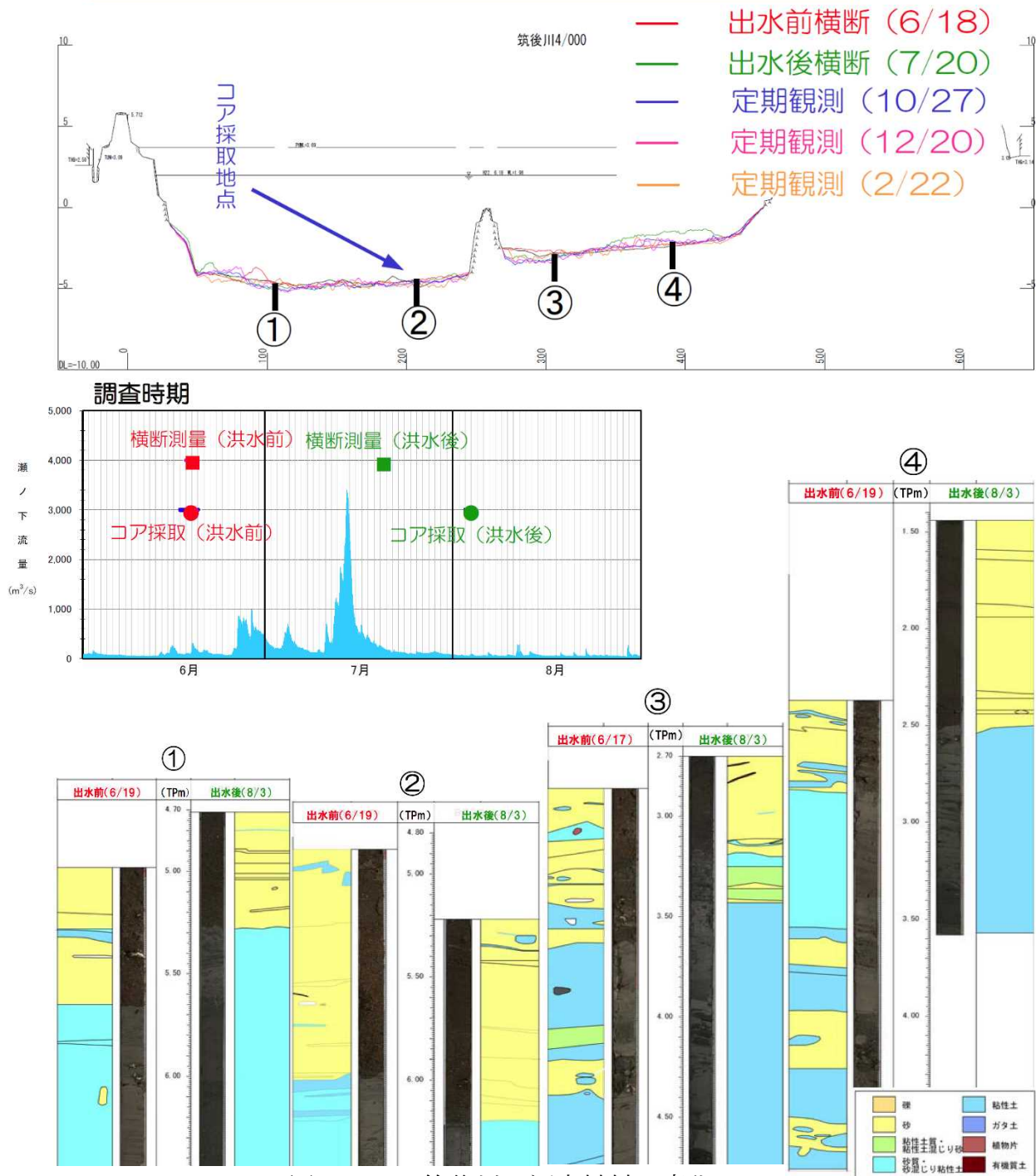


図 3.2.5 筑後川の河床材料の変化

出典：国土交通省九州地方整備局（2012）「第 29 回有明海・八代海等総合調査評価委員会 資料 3-2 『土砂に関する知見の蓄積』に関する報告」

1953（昭和 28）年からの河床変動をみると、砂利採取によって下流側の河道が緩やかな勾配となり¹⁾（図 3.2.6）、筑後川からの土砂流入が減少（河川の運搬能力の低下）するとともに、海から筑後川へのガタ土の流入が増大した可能性が推定される。

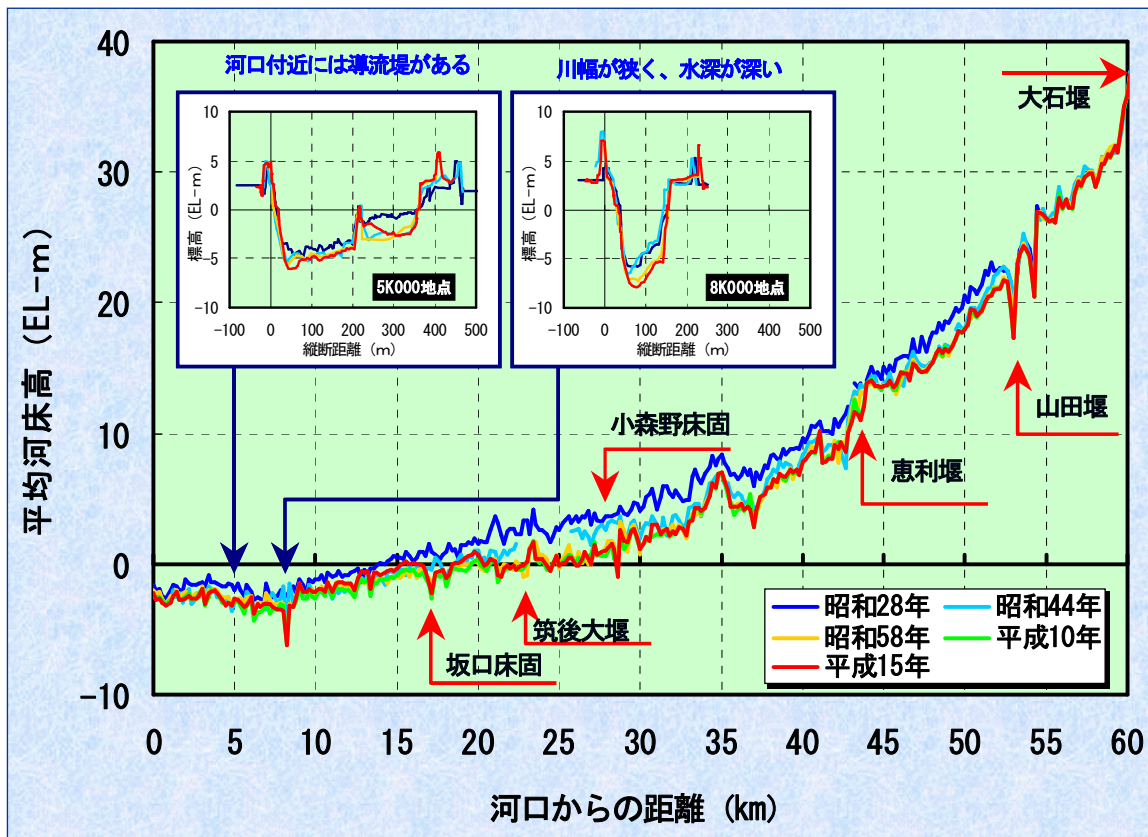


図 3.2.6 筑後川の平均河床高の変動状況

出典：福岡捷二（2005）「第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」

イ) 六角川

国土交通省（2009）によると、有明海湾奥部に流入する河川である六角川（牛津川）の河床は、順流区間において、多少のばらつきがあるものの、概ね安定している。感潮区間においては、洪水と有明海の潮汐の影響により、ガタ土が移動し、河床が洗掘・堆積を繰り返しているものの、経年的な変化は小さく、概ね安定している⁴⁾（図 3.2.7～図 3.2.10）。

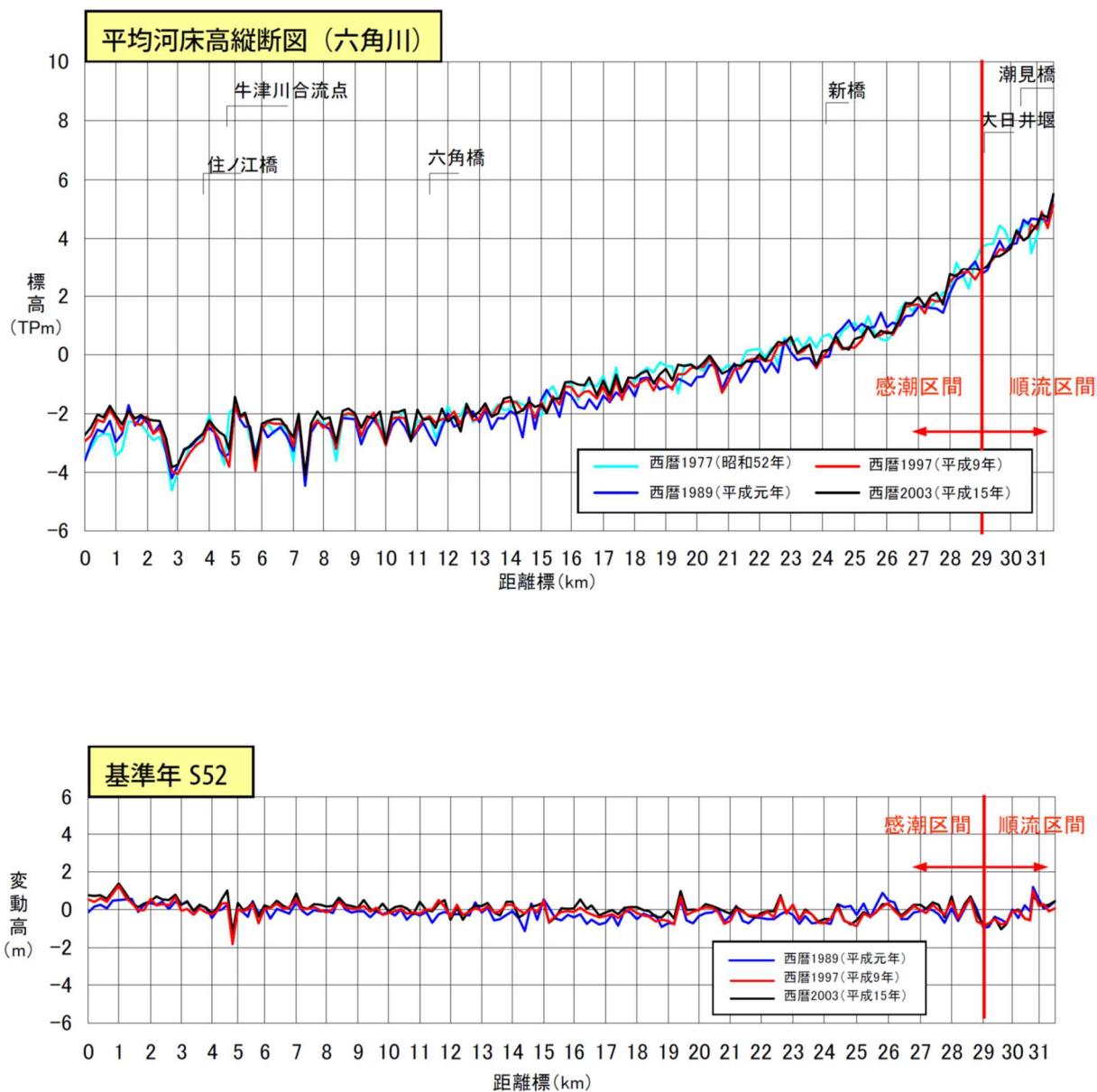


図 3.2.7 六角川の平均河床高の推移

出典：国土交通省河川局（2009）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

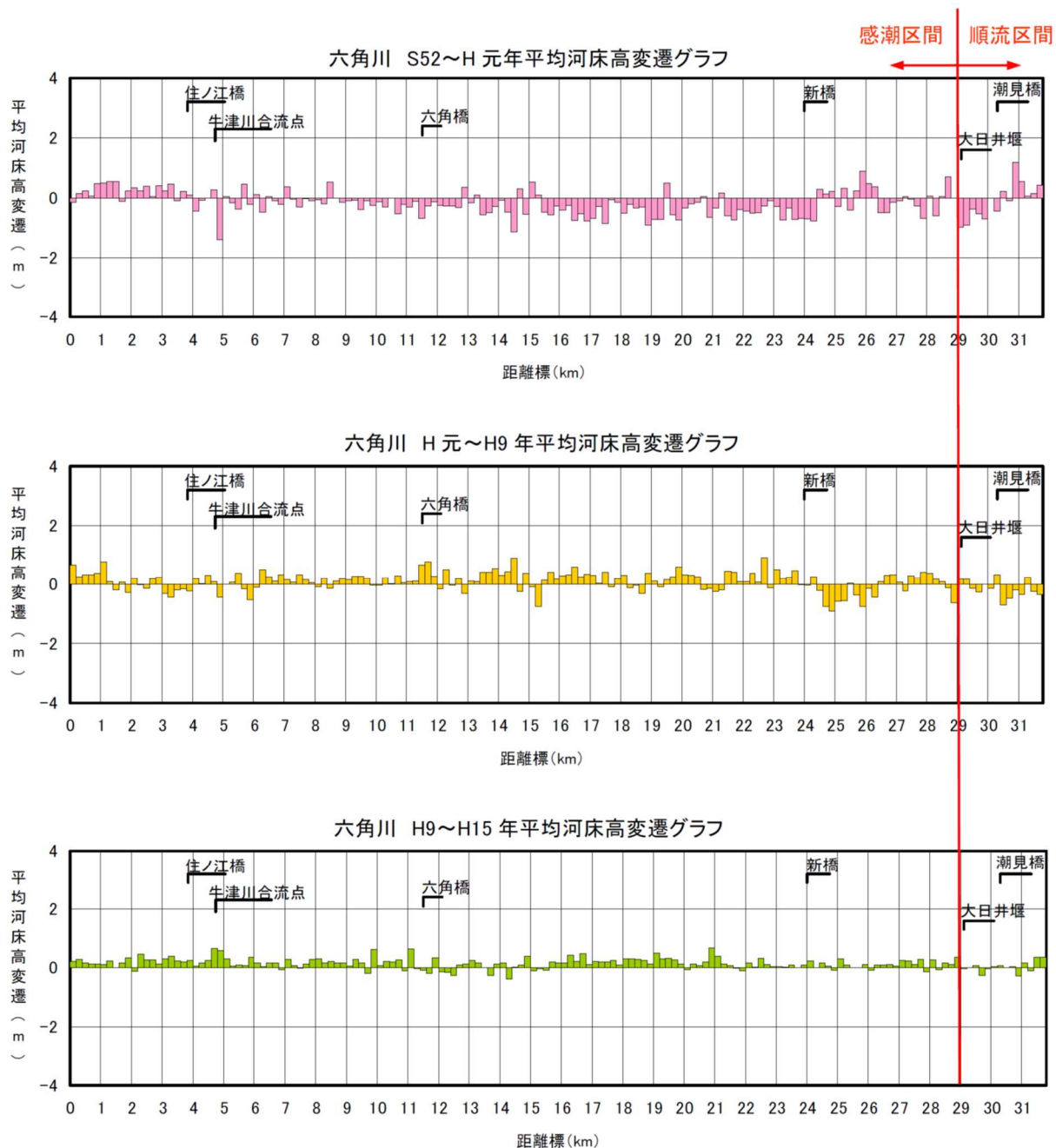


図 3.2.8 六角川の平均河床高の変遷 (年代別)

出典：国土交通省河川局 (2009) 「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

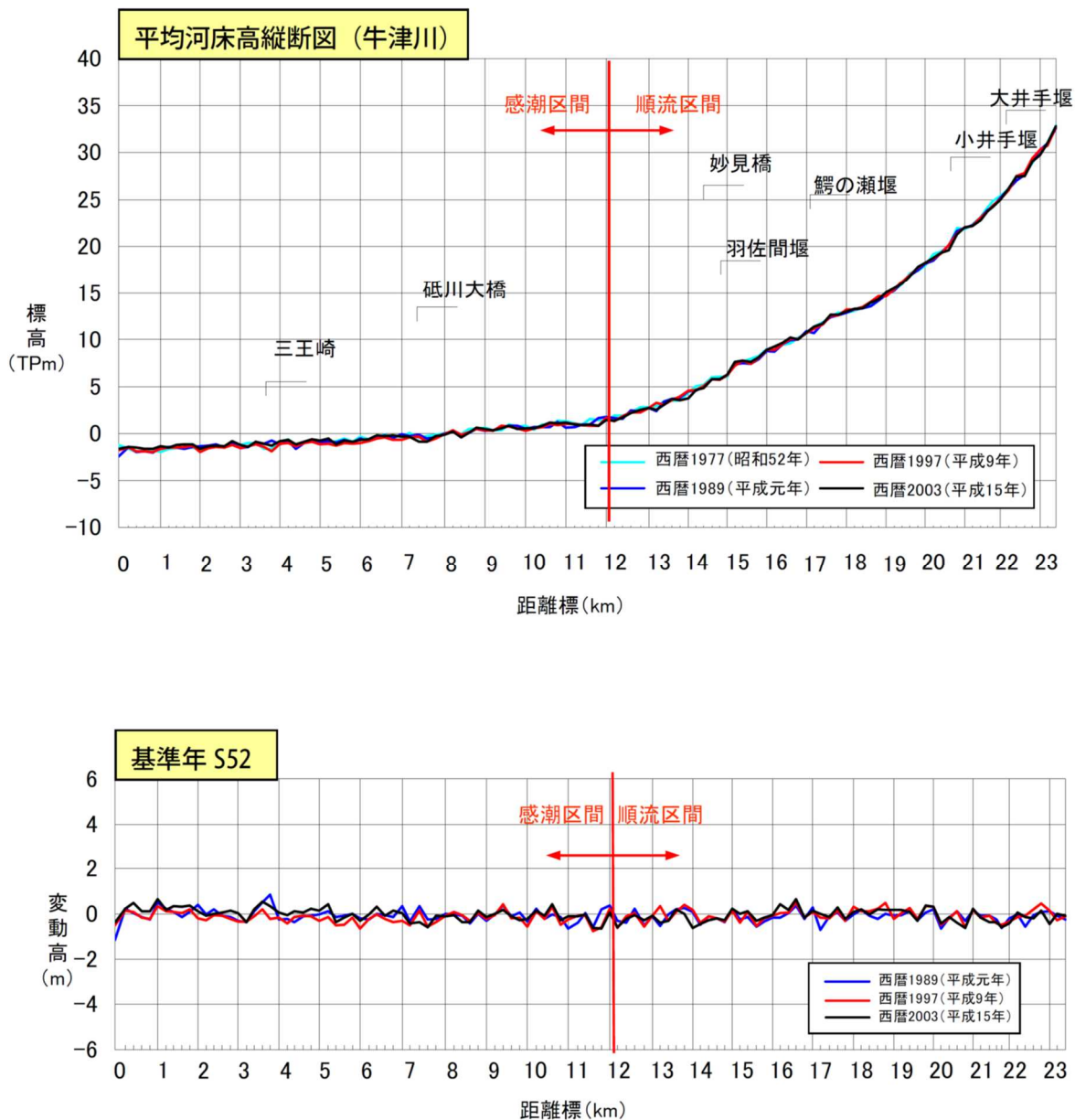


図 3.2.9 牛津川の平均河床高の推移

出典：国土交通省河川局（2009）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

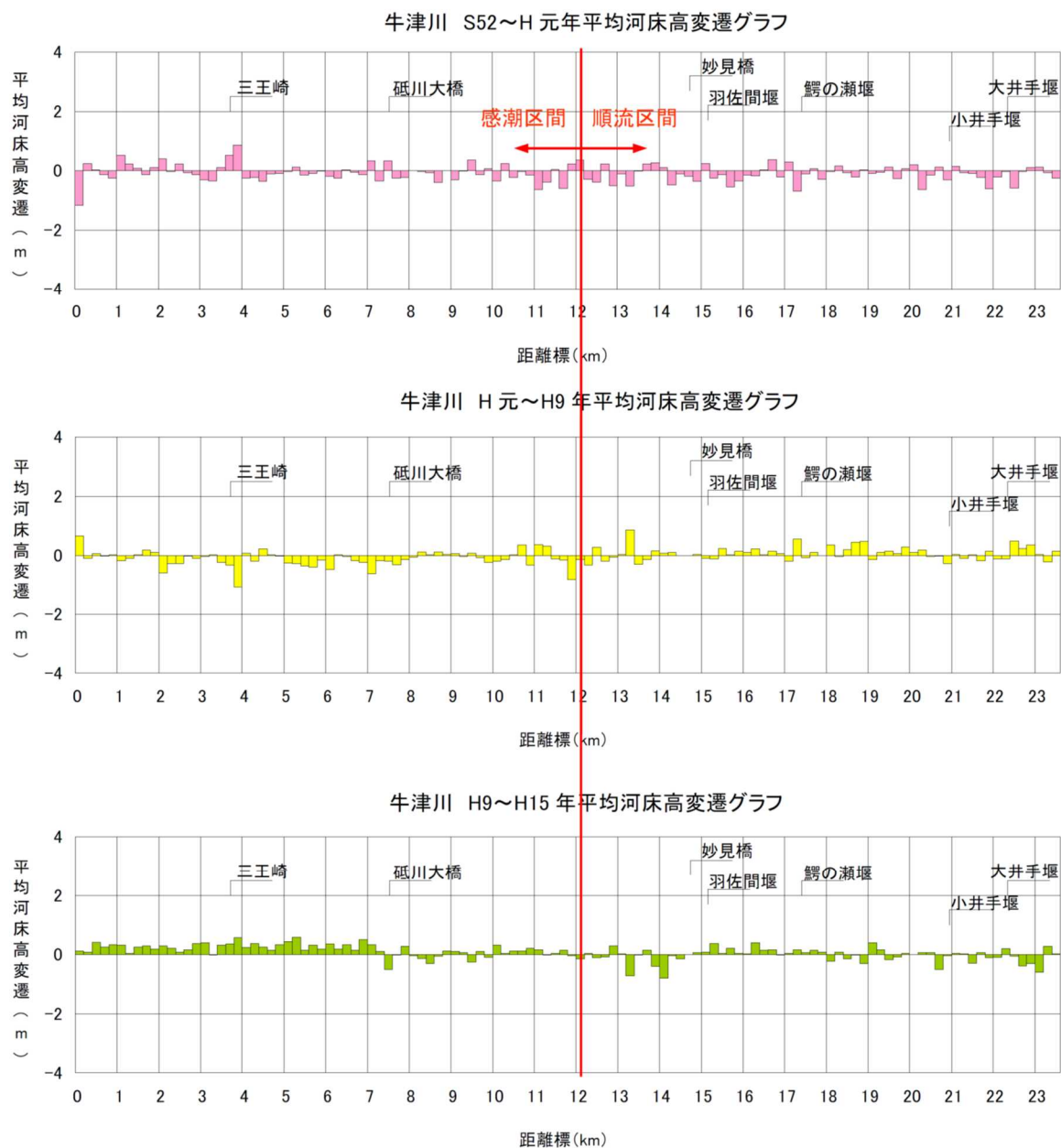


図 3.2.10 牛津川の平均河床高の変遷 (年代別)

出典：国土交通省河川局（2009）「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料

ウ) 菊池川

国土交通省（2008）によると、菊池川の河床は1963（昭和38）年度から1981（昭和56）年にかけて砂利採取と河川改修が進められたことから低下していた。しかし、2000（平成12）年以降、砂利採取が行われなくなり、概ね安定している⁵⁾（図3.2.11、図3.2.12）。

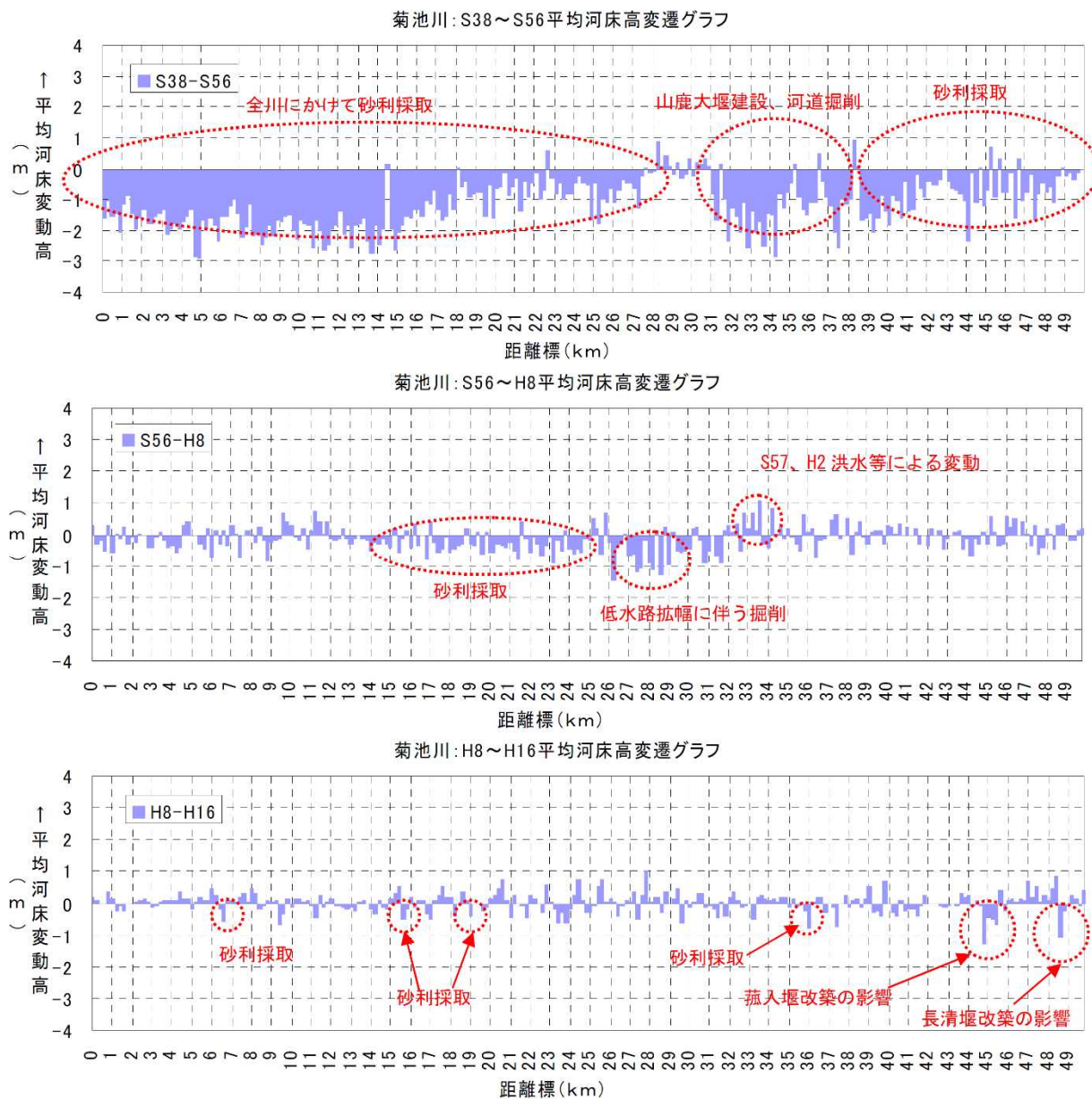


図 3.2.12 菊池川の河床変動傾向

出典：国土交通省河川局（2008）「菊池川系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

エ) 緑川

国土交通省資料によると、緑川における1970(昭和45)～2003(平成15)年の間の砂利採取量は253万 m^3 、ダム堆砂量は447万 m^3 であり(表3.2.2)、過去においては河床の低下もみられ、1968(昭和43)年、1978(昭和53)年と比べると近年の河床高は一部区間で低い状態にある⁶⁾。国土交通省(2008)によると、緑川の河床は、昭和40年代(1965年～)から昭和60年代(1985年～)はじめにかけて砂利採取等により低下したが、平成以降は、砂利採取量の減少に伴い河床の変動量は小さく、一部を除き安定している⁷⁾(図3.2.13、図3.2.14)。

表3.2.2 緑川における砂利採取量、ダム堆砂量の推移

| 年号 | 西暦 | 砂利採取量(千 m^3) | 緑川ダム堆砂量(千 m^3) | | 砂利採取量+年間堆砂量* |
|-------|------|-----------------|-------------------|---------|--------------|
| S41 | 1966 | 332 | 1964 緑川ダム工事着手 | | 332 |
| S42 | 1967 | 221 | | | 221 |
| S43 | 1968 | 129 | | | 129 |
| S44 | 1969 | 146 | | | 146 |
| S45 | 1970 | 100 | 緑川ダム完成 | | 226 |
| S46 | 1971 | 104 | | | 230 |
| S47 | 1972 | 124 | | | 250 |
| S48 | 1973 | 143 | | | 269 |
| S49 | 1974 | 148 | (堆砂量) | (年間堆砂量) | 274 |
| S50 | 1975 | 118 | 758 | | 244 |
| S51 | 1976 | 131 | 1191 | 433 | 564 |
| S52 | 1977 | 119 | 1383 | 192 | 311 |
| S53 | 1978 | 149 | 1464 | 81 | 230 |
| S54 | 1979 | 126 | 1611 | 147 | 273 |
| S55 | 1980 | 104 | 1728 | 117 | 221 |
| S56 | 1981 | 123 | 1852 | 124 | 247 |
| S57 | 1982 | 113 | 2233 | 381 | 494 |
| S58 | 1983 | 143 | 2267 | 34 | 177 |
| S59 | 1984 | 78 | 2438 | 171 | 249 |
| S60 | 1985 | 91 | 2505 | 67 | 158 |
| S61 | 1986 | 77 | 2607 | 102 | 179 |
| S62 | 1987 | 134 | 2628 | 21 | 155 |
| S63 | 1988 | 95 | 2856 | 228 | 323 |
| H1 | 1989 | 59 | 3009 | 153 | 212 |
| H2 | 1990 | 22 | 3176 | 167 | 189 |
| H3 | 1991 | 20 | 3265 | 89 | 109 |
| H4 | 1992 | 16 | 3397 | 132 | 148 |
| H5 | 1993 | 51 | 3800 | 403 | 454 |
| H6 | 1994 | 39 | 3812 | 12 | 51 |
| H7 | 1995 | 43 | 3943 | 131 | 174 |
| H8 | 1996 | 9 | 4065 | 122 | 131 |
| H9 | 1997 | 20 | 4278 | 213 | 233 |
| H10 | 1998 | 0 | 4303 | 25 | 25 |
| H11 | 1999 | 7 | 4324 | 21 | 28 |
| H12 | 2000 | 3 | 4359 | 35 | 38 |
| H13 | 2001 | 13 | 4403 | 44 | 57 |
| H14 | 2002 | 3 | 4466 | 63 | 66 |
| H15 | 2003 | 2 | 4477 | 11 | 13 |
| 砂利採取計 | | 3355 | 砂利採取+堆砂(累計値) | | 7830 |

* 1970年～1975年の6年間は年平均の堆砂量を126千 m^3 (758千 t ÷6年間)と推計して算出

出典：国土交通省資料

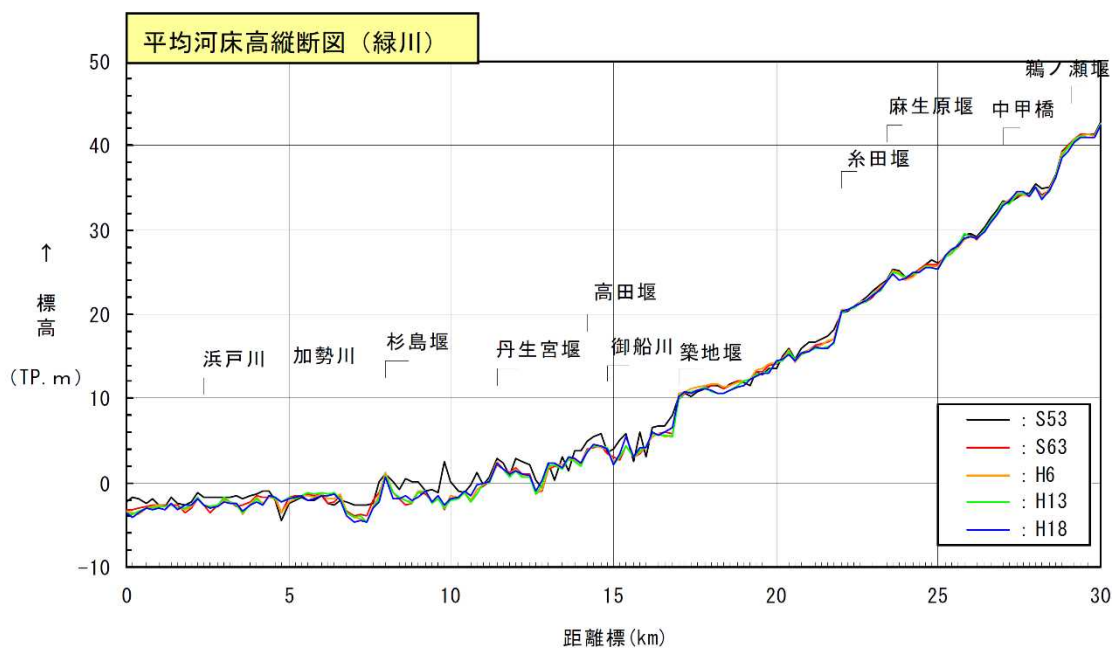
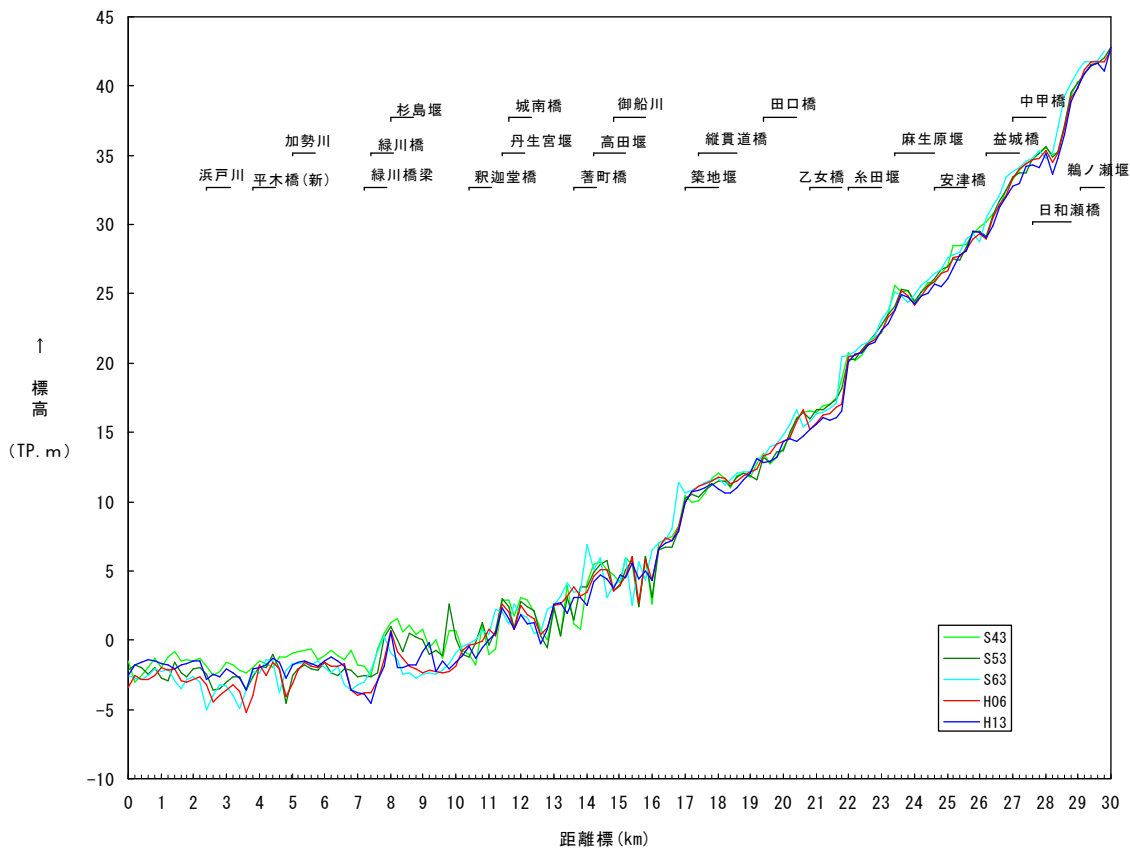


図 3.2.13 緑川の平均河床高縦断面図

出典：国土交通省河川局（2008）「緑川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

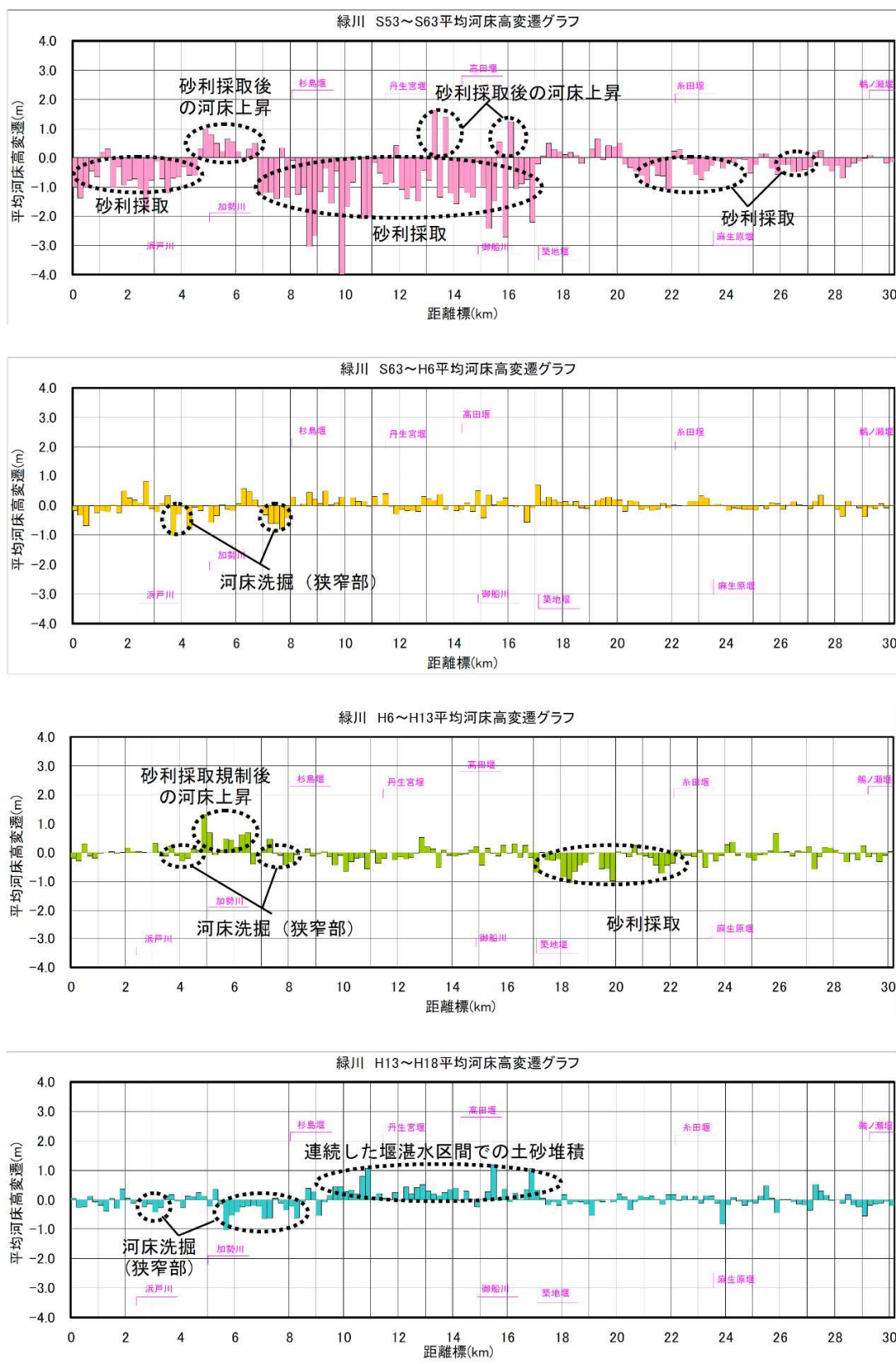


図 3.2.14 緑川水系の平均河床高の変遷 (年代別)

出典：国土交通省河川局（2008）「緑川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」

オ) 球磨川

八代海に流入する 47 河川のうち、球磨川は唯一の一級河川であって、流域面積 1,880km² (全体の 61%)、平均年間総流量 38.6 億 m³ (最大 78.3 億 m³、最小 15.7 億 m³: 1970~2014 年) である。八代海周辺の年間降水量は、天草から八代海にかけて少ないが、球磨川流域を中心とする山間部では大きい。球磨川の年間総流量は降水量に応じて変化しているが、年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない²⁾ (図 3.2.15)。

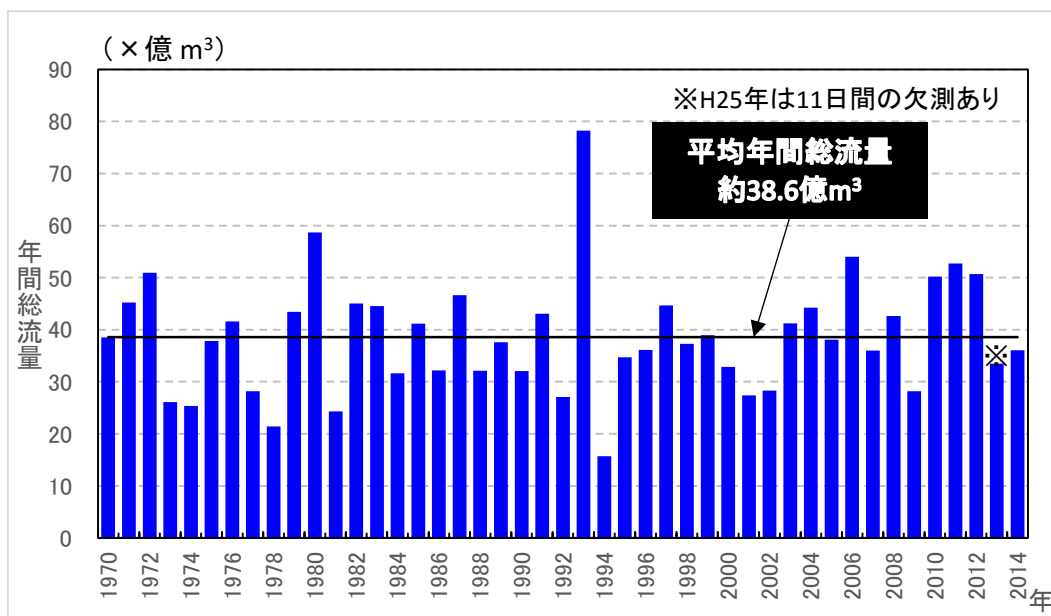


図 3.2.15 球磨川（横石）の年間総流量の推移

出典：「水文水質データベース」（国土交通省）より作成

国土交通省九州地方整備局資料によると、球磨川の河床は、1966（昭和 41）年度から 1982（昭和 57）年度にかけて砂利採取等による河床低下があったが、平成以降は比較的安定している⁸⁾（図 3.2.16、図 3.2.17）。

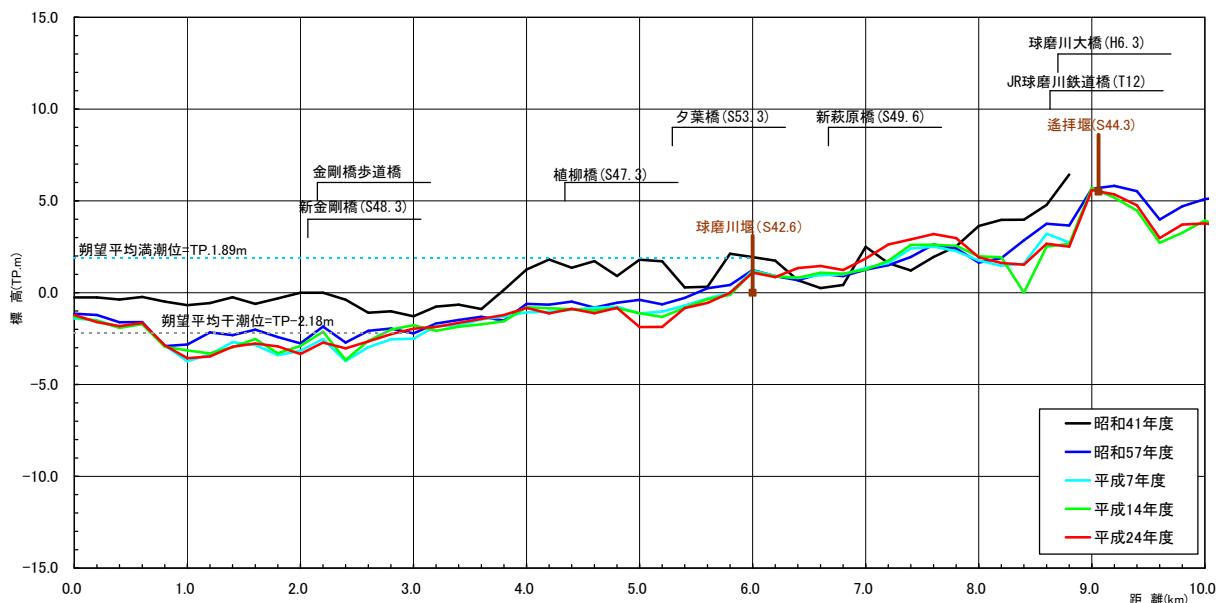


図 3.2.16 球磨川下流の平均河床高縦断面図

出典：国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所資料

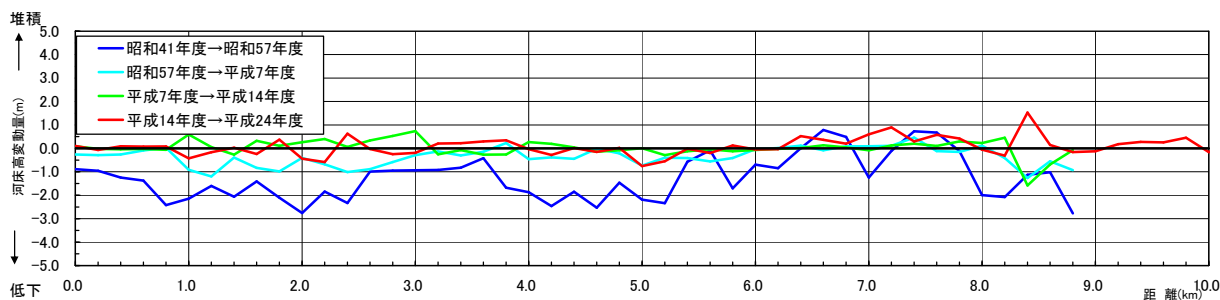


図 3.2.17 球磨川下流の河床変動傾向

出典：国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所資料

八代海域調査委員会（2003）によると、球磨川の既設ダムの堆砂量は1991～2000年の間で年間11万 m^3 、1996年以降の砂利採取量は年間2万～10万 m^3 と報告されている⁹⁾（図3.2.18）。宇野木（2002）によると、砂利採取量とダム堆砂量の累計については、各々220万 m^3 、480万 m^3 、合計700万 m^3 に達するとの報告がされている¹⁰⁾（表3.2.3）。

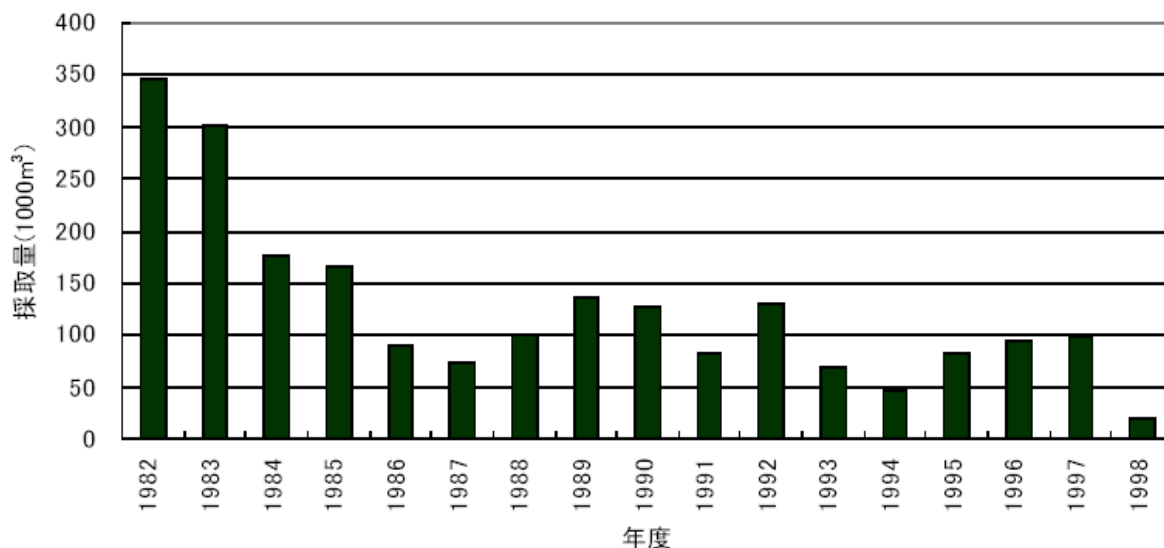


図 3.2.18 球磨川における砂利採取量の推移

出典：八代海域調査委員会（2003）「八代海域における環境保全のあり方について（資料）」

表 3.2.3 2000年までのダム堆砂量及び河川からの採砂量

| | 建設年 | 貯水容量 (100万 m^3) | 堆砂率 (%) (2000年現在) | 堆砂量 (100万 m^3) |
|-------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 荒瀬ダム | 1954 | 10.137 | 0.6 | 1.075 |
| 瀬戸石ダム | 1958 | 9.930 | 6.6 | 0.655 |
| 市房ダム | 1959 | 40.200 | 7.7 | 3.095 |
| | | | (ダム堆砂計) | 4.825 |
| | | | (砂利採取) | 2.200 |
| | | | 合計 | 7.025 |

出典：宇野木早苗（2002）：河川事業が沿岸環境へ与える影響を物理面から考える，海の研究，第11巻，第6号，pp.637-650

(2) 河川を通じた陸域からの土砂流入の変化

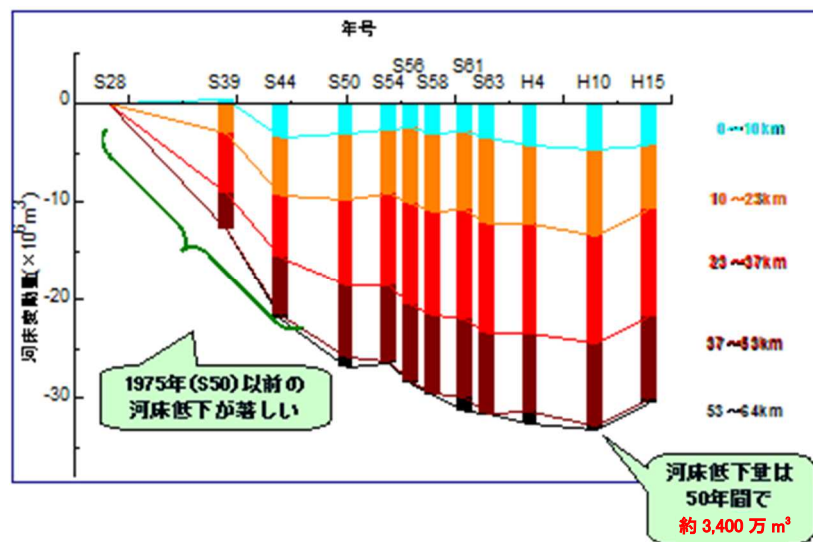
河川からの粗粒土砂の海域への流入が特に減少したとすれば、このことが底質の細粒化の一因となる可能性が指摘されている¹¹⁾。

河川流域から海域への土砂の流入過程には、土砂の生産、流出、流送、堆積・沈降等多くの場合がシステムとして係わっている。

以下、代表的な河川である筑後川について、河川を通じた陸域から海域への土砂流入の変化及びその要因について考察する。

筑後川は有明海へ流入する河川の流域面積の約 35%を占め、有明海への影響が最も大きく、筑後川流域の土砂生産量は 36 万 m^3 /年と推計されている。

筑後川では 1953 (昭和 28) 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、約 3,400 万 m^3 の河床低下が生じたと推定される (図 3.2.19)。特に、砂利採取は 1950 年代後半から 1970 年代前半の年間採取量が大きく、最盛期には年間 200 万 m^3 程度と推定されている。



- 注) 1. 1953 (昭和 28) 年を基準とし、各断面ごとの変動量を算出・累計したもの。
 2. 正が増加 (堆積)、負が減少 (侵食) を表す。
 3. 河床変動量の内訳には、河床の低下量のみでなく、河道拡幅量も含まれている。

図 3.2.19 筑後川の河床変動量の経年変化

出典：福岡捷二 (2005) 「第 13 回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」を改変

また、横山 (2004) によると、河床の緩勾配化によって、ばらつきはあるものの掃流砂量ⁱ⁾に減少傾向が認められる (図 3.2.20) と指摘されている¹²⁾。

このようなことから、1950 年代後半から 1970 年代前半の砂利採取等によって河床の砂の現存量が減少するとともに、下流側の河床が緩勾配化し、土砂の持ち出し以降、筑後川から海域への土砂流入量は減少したものと考えられる。

1970 年以降、砂利採取量は減少し、2000 年代以降では年間 1 万 m^3 程度となっている。国土交通省九州地方整備局 (2012) によると、2000 (平成 12) ~2008 (平成 20) 年の筑後川流域全体の土砂収支計算によれば、年間 12.5 万 m^3 の土砂が有明

i) 掃流砂：河床土砂 (砂や礫) が流れによって滑動、転動、跳躍しながら河床上を移動するもの。浮遊砂・掃流砂を含めた海域への土砂流入量の全量が経年的に把握されていないため、ここでは経年的に既知の流量等から推定された掃流砂の知見を提示した。

海へ流入していると推計されている³⁾ (図 3.2.21) が、過去の土砂収支は推計されていない。

また、横山ら (2005) によると、短期的なイベントとしては、筑後川の感潮域に堆積したシルト・粘土が出水時に浸食されて河口沖合域に堆積する事例が報告されている¹³⁾ (図 3.2.22) が、大規模な洪水時には、感潮域河床を構成する砂分が有明海に流入することも考えられる。

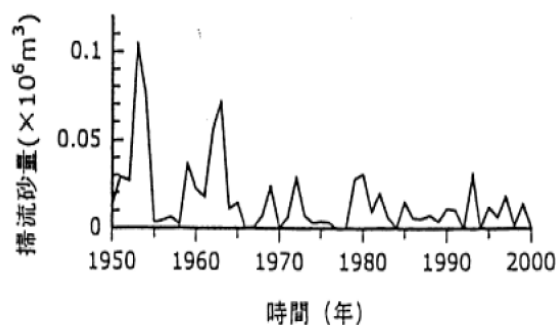


図 3.2.20 掃流砂量 (芦田・道上式による推算値) の経年変化 (25.5km 地点)

出典：横山勝英 (2004)：陸域からの土砂流出ー筑後川における流砂環境の変容ー, 有明海・八代海研究者会議 (公開シンポジウム) 資料, pp.11-14

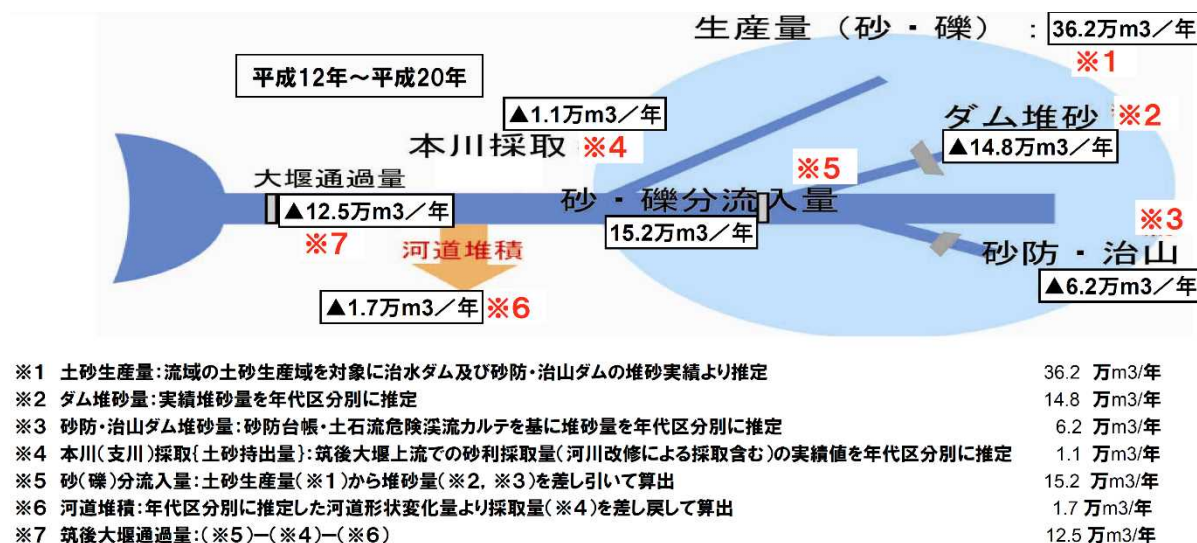


図 3.2.21 筑後川流域の土砂収支推計結果

出典：国土交通省九州地方整備局 (2012)「第 29 回有明海・八代海等総合調査評価委員会 資料 3-2 『土砂に関する知見の蓄積』に関する報告」

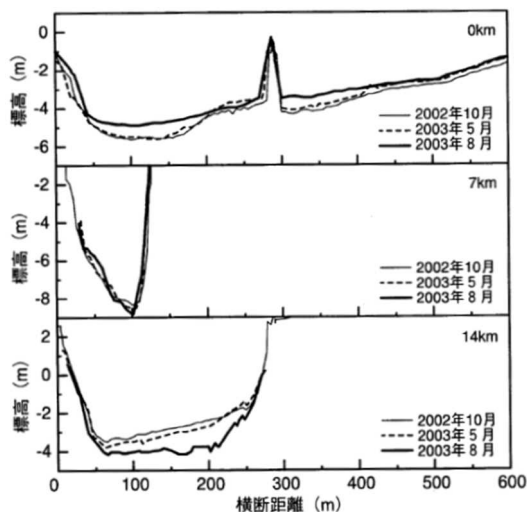


図-7 河床横断面図 (0 km, 7 km, 14 km)

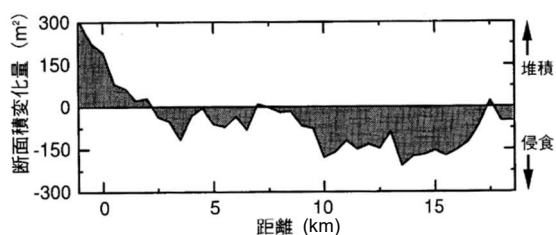


図-8 筑後川感潮域における出水前後の断面積変化

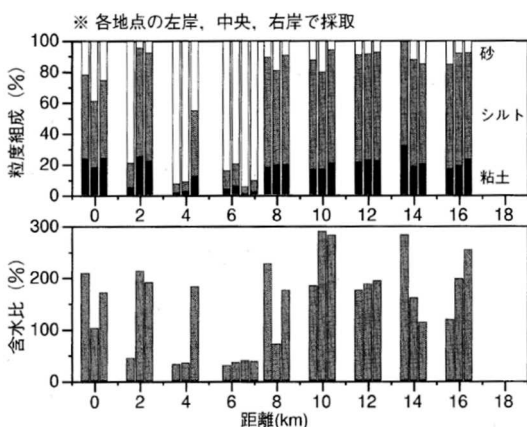


図-3 筑後川感潮域の粒度組成と含水比 (出水前)

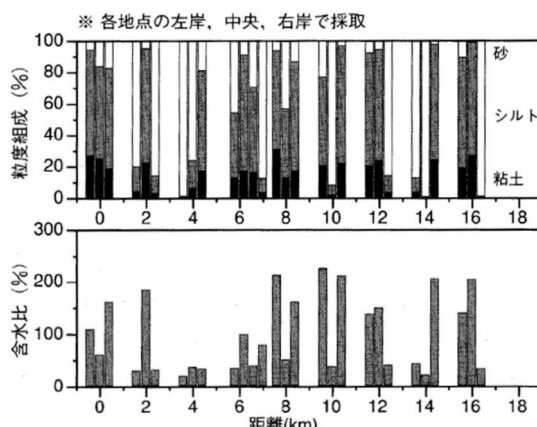


図-4 筑後川感潮域の粒度組成と含水比 (出水後)

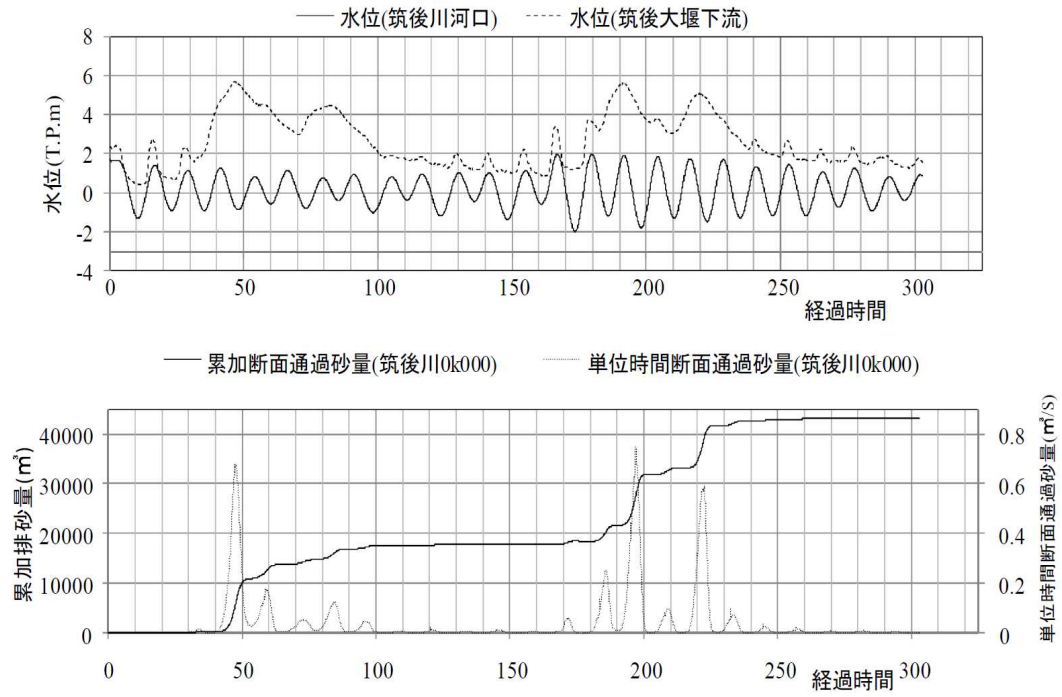
注) 左上図は河床横断 (0km, 7km, 14km)、右上図は筑後川感潮域における出水前後の断面積変化、左下図は筑後川感潮域の粒度組成と含水比 (出水前)、右下図は筑後川感潮域の粒度組成と含水比 (出水後) を示す。

図 3.2.22 筑後川感潮域における土砂動態

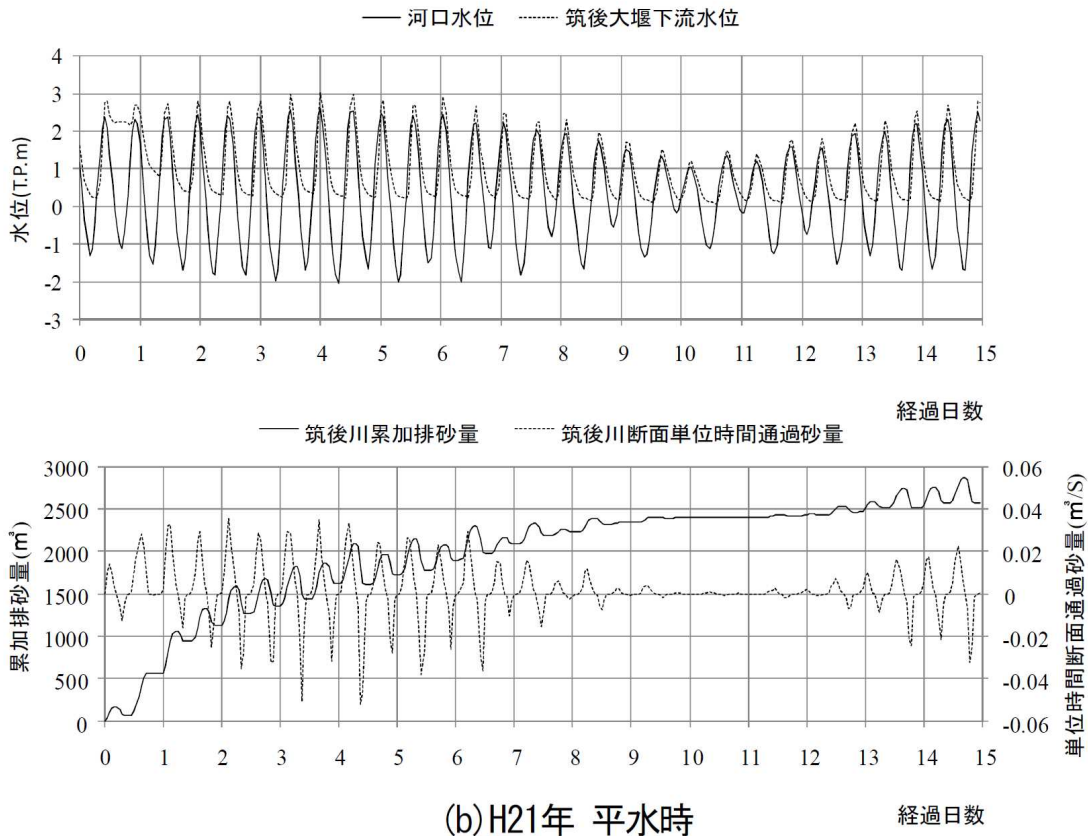
出典：横山勝英, 河野史郎, 山本浩一 (2005) : 有明海湾奥部の地形・底質分布に関する現地調査, 海岸工学論文集, Vol. 52, No. 2, pp. 936-940

島元ら (2012) によると、2009 (平成 21) 年の筑後川下流域の河床変動解析による有明海への土砂流入量推算では、洪水時には筑後川河口から有明海に流入する土砂量は干潮時に洪水ピークが重なった時が最も多く、洪水期間中は約 4.5 万 m³ が流入している¹⁴⁾ (図 3.2.23 (a))。

また、横山ら (2005) によると、平水時には潮位変動とともに有明海に流入する土砂量は変動し、流量が増える大潮時に多量の土砂が流入している。大潮から小潮の約 15 日間で約 0.29 万 m³ の土砂が有明海に流入していることから、平水時年間 (11.5 ヶ月) の有明海に流入する土砂量は約 6.7 万 m³ と見積もられ (図 3.2.23 (b))、2009 (平成 21) 年の 2 回の洪水による約 4.5 万 m³ を合算すれば、2009 (平成 21) 年の有明海に流入する土砂量は 11 万 m³/年以上と推定される。これは、2000 (平成 12) ~2008 (平成 20) 年の土砂収支推計結果と同程度となっている。



(a)H21年 洪水時



(b)H21年 平水時

図 3.2.23 筑後川流域河床変動解析による流量時系列と有明海に流入する土砂量の推算結果

出典：島元尚徳, 久保世紀, 鈴木健太, 福岡捷二 (2012)：筑後川流域における土砂収支の推算と有明海への砂の流出量に関する研究, 河川技術論文集, 第18巻, pp. 1-6

(3) まとめ

河川からの土砂流入の減少は、海域での底質の細粒化の要因となる可能性があることから、有明海・八代海に流入する代表的な河川についてその流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理した。海域に流入する土砂量について経年的な実測データが無いことから、流入土砂量に関連する砂利採取等の量や河床変動等について経年変化を整理した。

河川の流況について、有明海の代表河川である筑後川をみると 1973～2014 年の平均年間総流量は 36.6 億 m^3 (最大 66.3 億 m^3 、最小 16.5 億 m^3)、八代海の代表河川である球磨川をみると 1970～2014 年の平均年間総流量は 38.6 億 m^3 (最大 78.3 億 m^3 、最小 15.7 億 m^3) である。それらは降水量に応じて変化しているが、両河川とも年間総流量の変化に単調な増減傾向は認められない。

筑後川の河床は、1970 年以降では、砂利採取やダム堆砂により約 1,200 万 m^3 分の低下がみられた。1953 年からの河床変動をみると、砂利採取によって下流側河道が緩やかな勾配となり、筑後川から海域への土砂流入が減少（河川の土砂運搬能力が低下）した可能性が推定される。

六角川（牛津川）では、データのある 1977 年以降では、順流区間及び感潮区間とも河床は概ね安定している。

緑川における 1970～2003 年間の砂利採取量とダム堆砂量は合計 700 万 m^3 であり、球磨川における 2000 年までの砂利採取量とダム堆砂量の累計については合計 700 万 m^3 に達するとの報告がある。砂利採取等による河床の低下は、菊池川、緑川、球磨川でもみられたが、砂利採取の減少等により平成以降では概ね安定している。

さらに、代表的な河川である筑後川について、河川を通じた陸域から海域への土砂流入の変化及びその要因について考察した。

筑後川では 1953 年から 50 年間に各種事業により土砂が持ち出され、約 3,400 万 m^3 の河床低下が生じたと推定されている。1950 年代後半から 1970 年代前半の砂利採取等によって河床の砂の現存量が減少するとともに、下流側の河床が緩勾配化し、土砂の持ち出し以降、筑後川から海域への土砂流入量は減少したものと考えられる。

1970 年代以降、砂利採取量は減少し、2000 年代以降では年間 1 万 m^3 程度となっている。また、2000～2008 年の筑後川流域全体の土砂収支計算によれば、年間 12.5 万 m^3 の土砂が有明海へ流入していると推計されているが、過去の土砂収支は推計されていない。

参考文献

- 1) 福岡捷二 (2005)「第13回有明海・八代海総合調査評価委員会 資料-3 有明海・八代海における河川の影響について」
- 2) 国土交通省「水文水質データベース」
- 3) 国土交通省九州地方整備局 (2012)「第29回有明海・八代海等総合調査評価委員会 資料3-2 『土砂に関する知見の蓄積』に関する報告」
- 4) 国土交通省河川局 (2009)「六角川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」
- 5) 国土交通省河川局 (2008)「菊池川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」
- 6) 国土交通省資料
- 7) 国土交通省河川局 (2008)「緑川水系河川整備基本方針 土砂管理等に関する資料」
- 8) 国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所資料
- 9) 八代海域調査委員会 (2003)「八代海域における環境保全のあり方について (資料)」
- 10) 宇野木早苗 (2002) : 河川事業が沿岸環境へ与える影響を物理面から考える, 海の研究, 第11巻, 第6号, pp. 637-650
- 11) 農林水産省 (2003)「有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会 最終報告書ー有明海の漁業と環境の再生を願ってー」
- 12) 横山勝英 (2004) : 陸域からの土砂流出ー筑後川における流砂環境の変容ー, 有明海・八代海研究者会議 (公開シンポジウム) 資料, pp. 11-14
- 13) 横山勝英, 河野史郎, 山本浩一 (2005) : 有明海湾奥部の地形・底質分布に関する現地調査, 海岸工学論文集, Vol. 52, No. 2, pp. 936-940
- 14) 島元尚徳, 久保世紀, 鈴木健太, 福岡捷二 (2012) : 筑後川流域における土砂収支の推算と有明海への砂の流出量に関する研究, 河川技術論文集, 第18巻, pp. 1-6