

都市河川 二重川における河川改修工事が カメ類に与える影響

臼田 隼人 長谷川 雅美

1 はじめに

河川改修とは、治水（洪水防止）や利水（農業、工業用としての水の確保）を目的とし、堤防の整備、堰の作成、川幅を拡大することであった。しかし、生物の生息環境として河川の価値が見直されるとともに、平成9年に改正された「河川法」においては、従来の治水、利水という目的に加えて「河川環境の保全と整備」が位置付けられた。すなわち、河川改修を行う際には、生物にとって良好な生息・生育環境をできるだけ改変しないようにするとともに、治水や利水という目的の達成を可能にするよう努めることが義務付けられたのである（国土交通省 1996）。

千葉県白井市、船橋市の境界を流れる二重川は、鎌ヶ谷市井草を水源とする都市河川であり、上流域に広がる住宅地からの家庭排水等の流入によってかなり汚濁の進んだ河川である。しかし、その中・下流域には、広い樹林地や果樹園、水田などが残されている。現在、二重川において都市型水害の防止を目的とした河川改修工事が実施されているが、この改修工事が二重川流域に生息する生物にどのような影響を与えたのか、明らかにされていない。

二重川には淡水性カメ類が3種（クサガメ *Chinemys reevesii*、ニホンイシガメ *Mauremys japonica*、ミシシippアカミミガメ *Trachemis scripta elegans*）生息している。カメ類は越冬場所として河川の岸にある横穴を利用するため（小菅, 1997）、改修工事による横穴の減少・消失がカメ類に悪影響を及ぼす可能性がある。また、改修工事そのものや、工事後の河川環境の変化がカメ類に負の影響を与える恐れがある。

本研究では、河川改修工事が生物に与える影響を明らかにするため、二重川流域に生息する淡水性カメ類を調査対象生物として選んだ。カメ類は行動が活発になる夏期にはトラップを用いて、越冬期においては手探りによって容易に捕獲することができる。また、年齢査定や性の判別が容易であるため、個体識別されたカメを長期的に追跡することによって改修工事の影響を評価することも可能である。

調査は、カメ類に対する河川改修工事の影響を明らかにするため、まずトラップと手探りによるカメ類の捕獲を二重川の未改修地域と改修後地域において行った。次に、カメ類の生息適地条件を把握するために、河川環境情報を記録し、河川改修工事がカメ類の個体群構造に与える影響を、種構成、年齢構成、性比、負傷個体の割合について比較、考察した。

2 調査地

調査は千葉県白井市、船橋市の境を流れる二重川とその流域で行った（図1）。二重川は鎌ヶ谷市を源流とし、船橋市で神崎川と合流する全長 6,410m、流域面積 6.49km² の一級河川である。河川改修工事の有無、施工方法の違いがカメの生息状況に及ぼす影響を調べるため、調査区間を

富ヶ沢橋下流約 400m 区間（未改修地域）、富ヶ谷橋上流約 400m 区間（改修後地域）、富ヶ沢橋上流約 500m の未改修地域を挟み、それより上流の 400m 区間（多自然型工法地域）に分割し、調査区とした（図 1）。

未改修地域の周囲はかつて水田として利用されていたが、耕作放棄により湿性遷移が進み、セイタカアワダチソウ *Solidago altissima* やヨシ *Phragmites australis* が繁茂する湿地となっている。河川に生息するカメ類はこうした湿地を採餌場所として利用している可能性があるが、現在畑と果樹園への転換を目的とする埋立て工事が計画されている。

改修後地域は 2003 年 11 月から 2004 年 3 月にかけて改修工事が行われた区間である。この区間における改修工事では、河川に生息する水生生物への配慮が特になされていない。河川の周囲にはセイタカアワダチソウ、ヨシ、ハンノキ *Alnus japonica* が繁茂する湿地があったが、2005 年 1 月現在、果樹園造成のための埋め立て工事が行われている。

多自然型工法地域は、すでに改修工事が完了し 2 年経過している。この改修工事では、親水護岸や川の流れに変化を持たせるための工夫（整流杭や深みや早瀬の創出など）がなされている。河川周辺部においては、セイタカアワダチソウの繁茂する湿地帯や耕作地帯が広がり、この湿地帯や水田地帯もカメ類の採餌場所として利用されている可能性がある。

未改修地域と改修後地域の境には高さ 1 m ほどの堰が設置され、カメ類が水中を移動して川を遡ることは難しい状況にある。一方、未改修地域と多自然型工法地域の境界には堰がなく、カメ類が水中を上流・下流方向に自由に移動することが可能である。

3 調査方法

カメ類の捕獲調査

改修工事による河川環境の変化がカメ類に影響を与えたかどうかを明らかにするために、未改修地域、改修後地域、多自然型改修地域の 3 地域でカメ類の生息状況を比較した。また、カメの捕獲には、カメ類の活動期（5 月から 10 月）中はベイトトラップを、越冬期（11 月から 4 月）には素手で直接捕獲を行った。

未改修地域、改修後地域では 2004 年 8 月と 9 月に 4 回（8.28, 8.29, 9.13, 9.15）に、多自然型工法地域では 3 回（9.14, 9.17, 10.6）にトラップを仕掛け、翌日回収した。8 月 28 日、29 日には、未改修地域で計 21 個のトラップを、改修後地域では計 16 個のトラップを仕掛け、それ以外の調査日はそれぞれの地域で計 5 個のトラップを仕掛けた。トラップは河川において水深が 30cm 以上で流れが緩やかな場所に仕掛けた。ただし、トラップの上部を水面に出し、カメ類の呼吸を妨げないように配慮した。カメ類の越冬期では、トラップが使用できないため、手探りにより捕獲した。手探り調査は、未改修地域において 2004 年 11 月 13, 14 日に、改修後地域においては 2004 年 12 月 1 日に行った。捕獲したカメ類には個体識別のため標識を施し、種の同定、年齢、性別の査定と負傷部分があるかどうかを調べた後、捕獲した場所に放逐した。

カメ類の標識方法は、あらかじめ番号を割り当てた縁甲板にドリルで穴を開け、穴の位置番号の組み合わせを個体番号として識別した。クサガメは背甲板に 3 本のキールがあること、ニホンイシガメは背甲板にキールがほとんどなく、後縁甲板が鋸歯状になっていること、ミシシippia カミミガメは背甲板が緑褐色で側頭部の赤い斑紋があることにより同定した。但し、ニホンイシガメとクサガメ、ミナミイシガメとクサガメの特徴を合わせ持った個体は雑種として扱った。

カメ類の年齢は年輪を数えることにより判定した（矢部 1995）。一部もしくはすべての年輪が磨耗し、年齢査定が困難であった大型個体は、老齢個体として扱った。性判定はカメ類の尾を伸ばし、その付け根にある総排泄腔の位置が腹甲に近ければメス、遠ければペニスに収納されてい

るためオスと査定した (Yabe 1989;1992). ミシシippアカミミガメの性判定にはオスの前爪が著しく伸長するという特徴を利用した. 幼齢個体は雌雄の判定が困難であり, 性別不明個体として扱った. さらに, カメ類の健康状態を判断するために, 皮膚病, 甲板に傷がある, 手足に欠損が見られる等, 体表に異変が無いかどうかを記録した.

4 河川とその周辺環境調査

改修工事の有無, 工法の違いは, 工事そのものによる水生植物群落の破壊や消滅, 河川断面の人為的変更による川幅の拡大に加え, それにともなう水深や流速の変化となって河川環境に大きな影響を及ぼす. そこで, 未改修地域, 改修後地域, 多自然型工法地域において, 河川の川幅 (cm), 流速 (cm/s), 水深 (cm) を測定し, 底質と河川に繁茂する植物, 河川周辺部の土地利用状況について記録した.

調査は未改修地域では 2004 年 11 月 29 日, 12 月 8 日の 2 回, 改修後地域では, 2004 年 12 月 3 日, 多自然型工法地域において 2003 年 12 月 3 日に行った. 未改修地域においては 100m 区間を 1 つのセグメントとし, 約 10m 間隔で合計 10 箇所の計測地点を選び, 計 3 つのセグメントで調査を行った. 改修後地域においては未改修地域と同様に計測地点を選び, 2 つのセグメントで調査を行った. 多自然型工法地域においては, 300m 区間を 1 つのセグメントとし, 約 20m 間隔で合計 15 箇所の計測地点を選んだ. 川幅は未改修地域, 改修後地域でそれぞれの計測地点で水面より約 50cm の高さで水平状態で測った. 多自然型工法地域においては, 蛇カゴによる護岸整備が施されていたため, それぞれの計測地点で兩岸の蛇カゴ間を測定した. 水深は未改修地域, 改修後地域でそれぞれの計測地点で上流に向かって左岸から 10cm 間隔で測定し, 多自然型工法地域においては, 40cm 間隔で測定した. 川岸から水の流れる場所までと中洲は 0cm とし, 水が流れているポイントは 1 cm 単位で測定した. 流速の測定には流速計を用い, 回転数を測定した後, 転換式『流速 = 0.0144 × 回転数 + 4.60...式 - II』により流速値に変換した. 測定場所は水のない岸, 中洲のあったポイントを除き, 水深と同様である.

河川の底質は流速, すなわち運搬力によって影響を受ける. カメ類にとっての越冬場所は主に河川の横穴であるが, 川底に潜る場合も考えられるため, 3 つの地域で底質を比較した. 底質は石, 砂利, 砂, シルト, 泥 (大きさの順) の項目に分類して記録した. 河川内に生育する水生植物は流速に変化を与える可能性がある. そこで, 左右の川岸から川の流れに直角になるように任意の線を引き, その線に交差していた植物を同定し, 交差していた茎の本数を記録した.

河川周辺の土地利用がカメ類の採餌活動に影響を与える可能性があるため, 3 つの地域で河川を含む幅 300m の範囲の土地利用状況を航空写真から読み取り, 土地利用の形態を耕作放棄田, 畑, 果樹園, 樹林帯に分類し, 土地利用地図を作成した (図 1).

5 結果と考察

カメ類の生息状況

二重川におけるカメ類の個体数を 2003 年と 2004 年の捕獲調査に基づいて Jolly-Seber 法により推定した. 両年度の個体数推定は未改修地域と改修後地域をあわせた富ヶ谷橋から富ヶ沢橋までの区間に生息する個体を対象として行った. 2003 年の推定個体数は, 9 月に 168.0 ± 70.5 個体 (平均 $\pm 1.96 \times$ 標準誤差), 10 月に 97.0 ± 48.1 であった. 2004 年度の推定個体数は 9 月 13 日に 100.5 ± 52.6 , 9 月 15 日に 95.8 ± 97.1 であった (図 2).

未改修地域, 改修後地域, 多自然型工法地域の 3 地域におけるトラップ当たりの捕獲個体数を比較したところ, 未改修地域では, 2004 年 8 月に 3.8 (匹/トラップ) で, 2003 年 8 月の未改修

地域における捕獲数(2.2)と差がなかった(図3)。一方、改修後地域では、2004年の捕獲数が平均0.80であった。上流部の多自然工法地域における捕獲個体数は、2004年に1.33であった。越冬期における手探り捕獲では、未改修地域から22個体、改修後地域から1個体捕獲され、未改修地域でより多くのカメ類が越冬していた。

改修工事自体がカメ類に与えた影響を評価するために、2003年と2004年でカメ類の種構成を比較した。カメ類の総捕獲数は2003年から2004年にかけて減少し、なかでもクサガメの減少率が33%と最も高かった(図4)。クサガメは兩年とも捕獲総数の約90%を占め、2003年から2004年にかけて種構成には変化がみられなかった(図5)。

最も捕獲個体数の多かったクサガメについて、2003年度と2004年度の捕獲個体を対象に、年齢構成を比較した。年齢区分はオスでは幼齢個体(1~6歳)と、成熟個体(7歳以上)の2区分とし、メスでは幼齢個体(1~4歳)、若齢個体(5~9歳)、成熟個体(10歳以上)の3区分とした。その結果、2003年から2004年にかけての個体数は、オスの幼齢集団、成熟集団で約60%の減少、メスの若齢集団で約50%の減少がみられ、その割合は他の年齢集団よりも大きかった(図6)。性別で考えると、2003年から2004年にかけてオスは約50%、メスは約60%減少した(図6)。これらのことから、クサガメの減少は性別間で偏りは見られなかったが、年齢集団間においては偏りがあったと考えられる。さらに、クサガメにおいて2003年度の負傷個体の割合は5.6%であったが、2004年度には12.2%に増加した。

2003年度に捕獲標識されたクサガメを対象として、性、年齢区分によって分割した5集団に属する個体の中で2004年度に再び捕獲された個体の割合を求め、これを生存率の指標として検討した。その結果、生存率はオスの幼齢個体、メスの若齢個体で他の年齢集団より低かったが、成熟した雌雄の間には生存率に有意な差がみられなかった(図7)。

二重川に生息するカメ類の個体数を推定したところ、2003年から2004年にかけて、カメ類の生息数が減少し(図2)、この減少はクサガメの幼齢個体(オス)と若齢個体(メス)の減少によって引き起こされていた。よって、改修工事はカメ類の個体数に負の影響をもたらしたといえる。クサガメの幼齢個体(オス)と若齢個体(メス)が減少した理由として考えられるのは、重機による直接的な損害に加えて、改修工事による環境変化がカメ類へのストレスとなり、何らかの理由で幼齢、若齢集団間で個体数が減少した可能性がある。

6 環境測定

未改修地域の川幅 401 ± 53.4 cm(平均±標準偏差)と、改修後地域の川幅 429 ± 58 cmには有意差はなかったが、多自然型工法地域の川幅 590 ± 106 cmは前2者より有意に広がった(図8)。未改修地域の水深 17.3 ± 16.0 (平均±標準偏差)は、改修後地域の水深 30.3 ± 27.2 より浅く、多自然型工法地域の水深 10.6 ± 6.7 より深かった(図9)。3つの地域において、1cm刻みで表した水深の頻度分布をみると(図10~12)、多自然型工法地域が最も変化が小さく、次いで未改修地域、最もばらつきの大きかったのが改修後地域であった。

未改修地域の流速 22.2 cm/秒 ± 15.4 (平均±標準偏差)は、改修後地域(16.4 ± 13.7)、多自然型工法地域(19.9 ± 9.6)よりも速かった(図13)。水深を独立変数、流速を従属変数とした散布図(流速計で回転数が0であったポイントを除く)を作成し、未改修地域の水深と流速の関係を、改修後地域及び多自然型工法地域における水深と流速の関係と比較した。その結果、改修後地域では水深が20cm以下で流速が速く、水深が30cm以上では流速が遅くなっていたが、多自然型工法地域では水深が10cmの付近で流速は均一化していた(図14, 15, 16)。川幅、水深、流速の平均値の積により流量(L/s)求めると、多自然型工法地域115.2、未改修地域124.5、改修

後地域 166.1 となり、河川の上流から下流にかけてやや増加した。ここで流量を一定と近似すると、水深と流速の間には反比例の関係が期待される。3 地域において、各測定地点における水深・流速測定ポイントの中で流速の最大値とその場所の水深を抽出し同様に散布図を描くと、実際に反比例の関係が見られた (図 17, 18, 19, 20)。

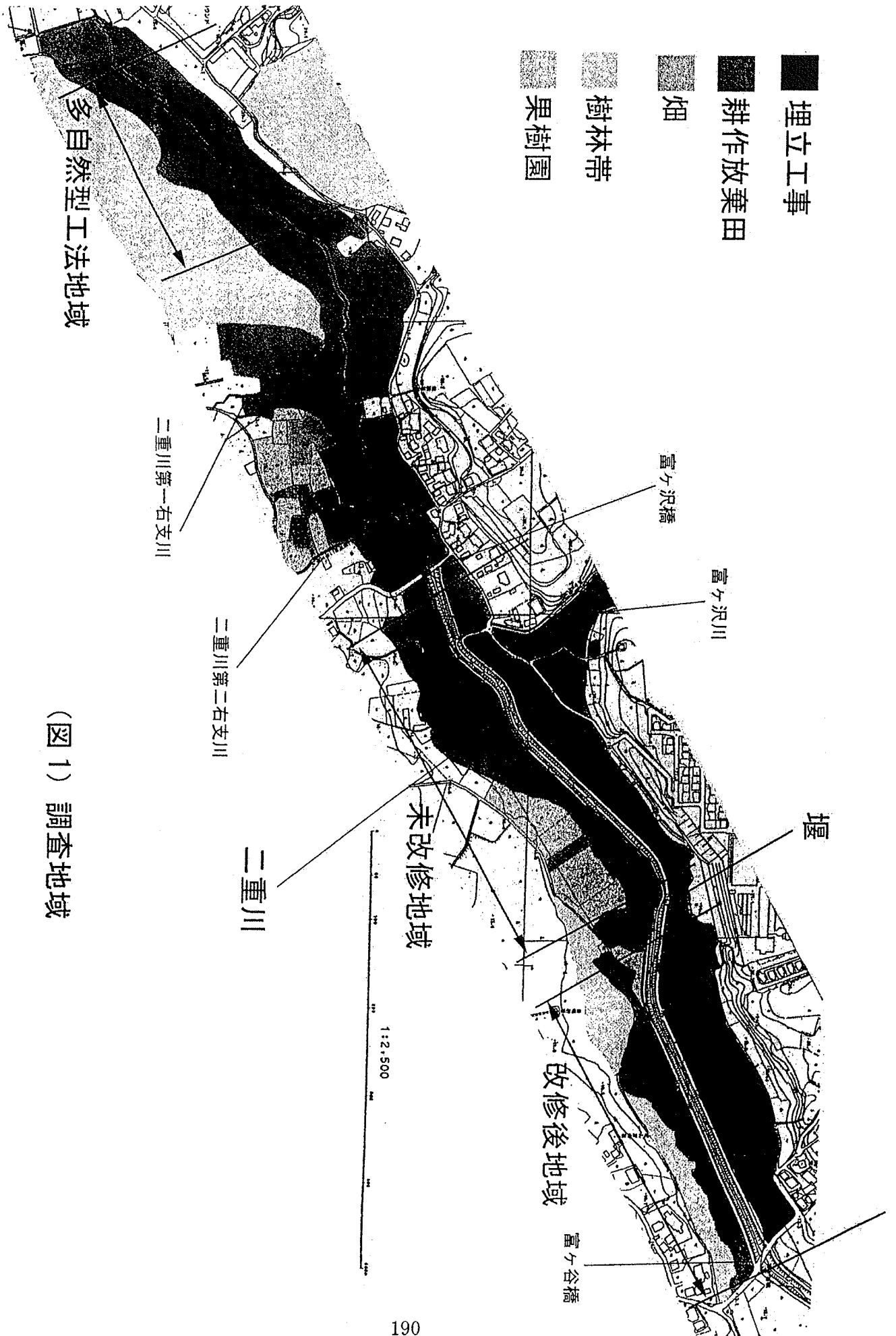
未改修地域では、ヒメガマ *Typha angustata* Bory et Chauberd, ヨシ *Phragmites australis*, ガマ *Typha latifolia* L., タチヤナギ *Salix subfamilies anders*, マコモ *Zizania latifolia* の生育が確認された。ヒメガマ, ヨシ, ガマは株の大きさに差がないため一括し, 生育密度を求めたところ, 川幅あたり 19.0 ± 21.3 (本) となった。タチヤナギは計 4 箇所, マコモは計 14 箇所 で生育が確認された。改修後地域においては, 未改修地域で確認された水生植物は全く確認されず, 流速に変化を与えた可能性のある植物としてアメリカセンダングサ *Bidens frondosa* L., ボントクタデ *Polygonum flaccidum* Meisn. の枯死体が確認されたのみである。多自然型工法地域においては, 流速に影響を与える可能性のある植物は確認されなかった。このことから未改修地域, 改修後地域において水深が 0 であるポイントの割合が大きくなった原因は, 水生植物とその枯死体が存在することによるものと考えられる (図 10~12)。

3 地域の測定地点において, 底質の項目ごとの総数と, 全項目の総数の商を求めることで底質の割合を求めた。改修後地域では未改修地域と比較して砂の割合が多い一方, 泥の割合が少なくなり, 多自然型工法地域では砂の割合が多くなった (図 21)。河川周辺部の土地状況は耕作放棄田が最も広い面積を占めていた。

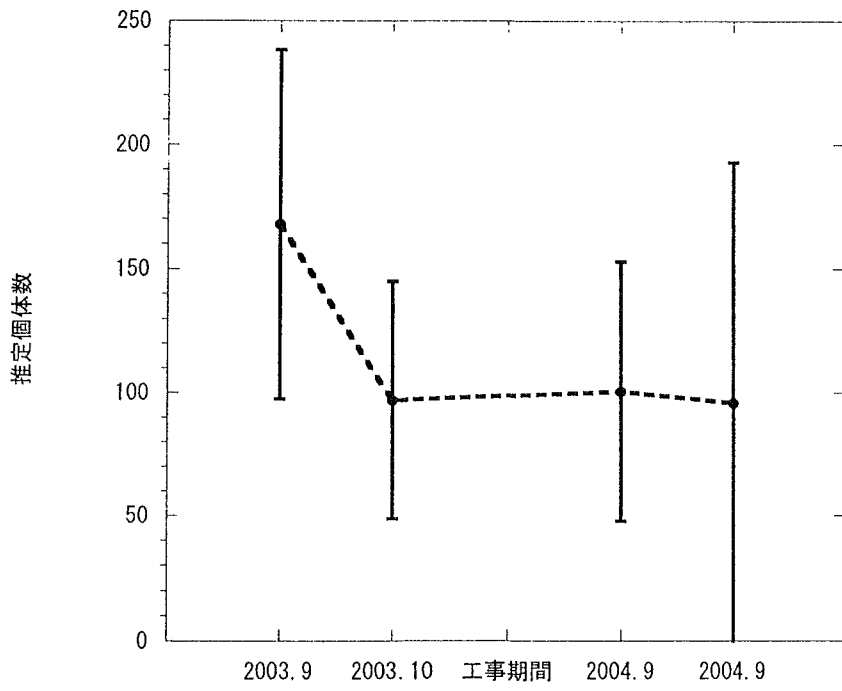
以上を整理すると, 二重川に生息するカメ類は, 河川改修工事が行われた 2003 年から 2004 年にかけて, 主としてクサガメの生息個体数が減少したことが明らかになった。工事で使用される重機類による直接的な死亡に加え, 改修工事による環境変化がストレスとなり, 個体数の減少をもたらしたと思われる。

7 参考文献

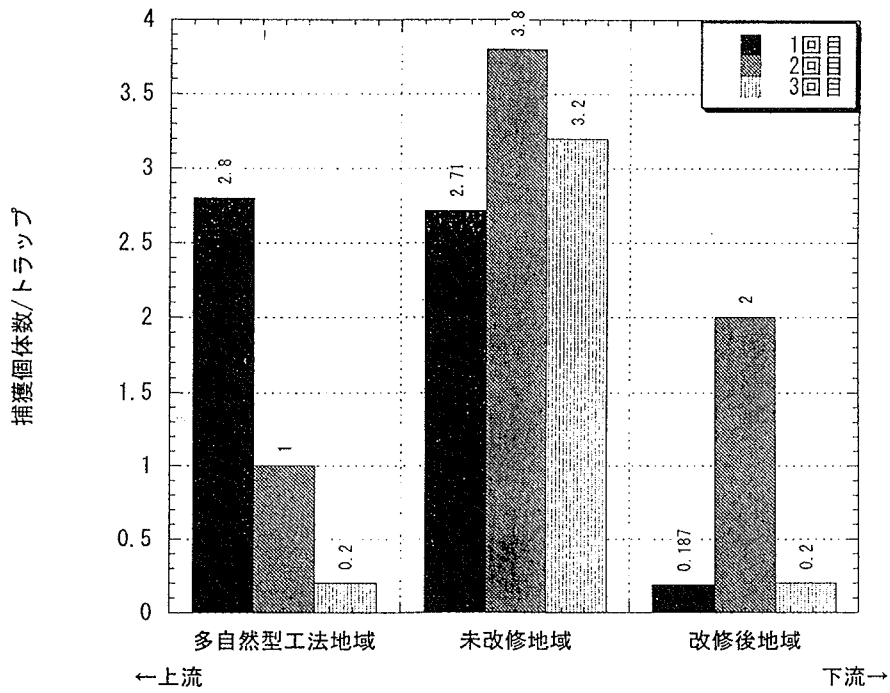
- 国土交通省 1996. 河川法.
- 小菅 康弘 1997. 房総半島に生息するイシガメとクサガメの個体群構成ならびに流程分布の季節的变化 東邦大学特別研究文集 VII・I.
- 小林 頼太 1998. 花見川流域におけるミシシippアカミミガメの生息状況 東邦大学特別研究文集 II・II.
- 矢部 隆 1995. 両生爬虫類 イシガメ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (II): 455-462. 水産水産資源保護会. 東京.
- Yabe, T. 1989 Population Structure and Growth of the Japanese Pond Turtle, *Mauremys japonica*. Japanese Journal of Herpetology, 13 (1): 7-9.
- Yabe, T. 1992 Sexual Difference in Annual Activity and Home Range of the Japanese Pond Turtle, *Mauremys japonica*, Assessed by Mark-recapture and Radio-tracking Methods. Japanese Journal of Herpetology, 14 (4) :191-197.



(図1) 調査地域

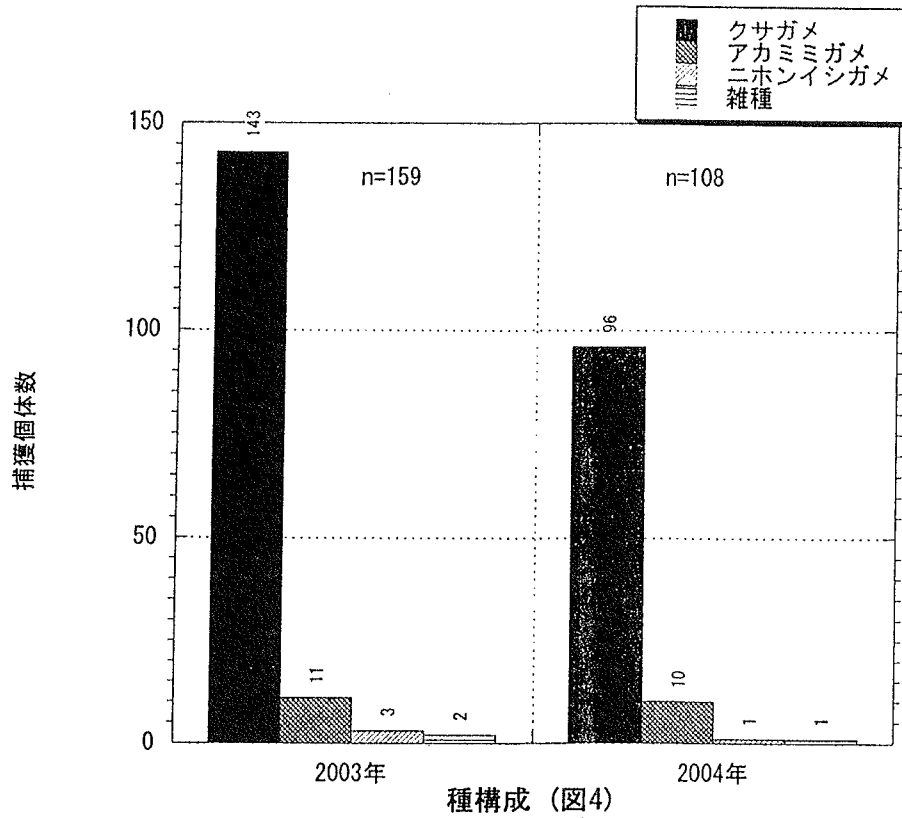


推定個体数 (平均±1.96×標準誤差) (図2)

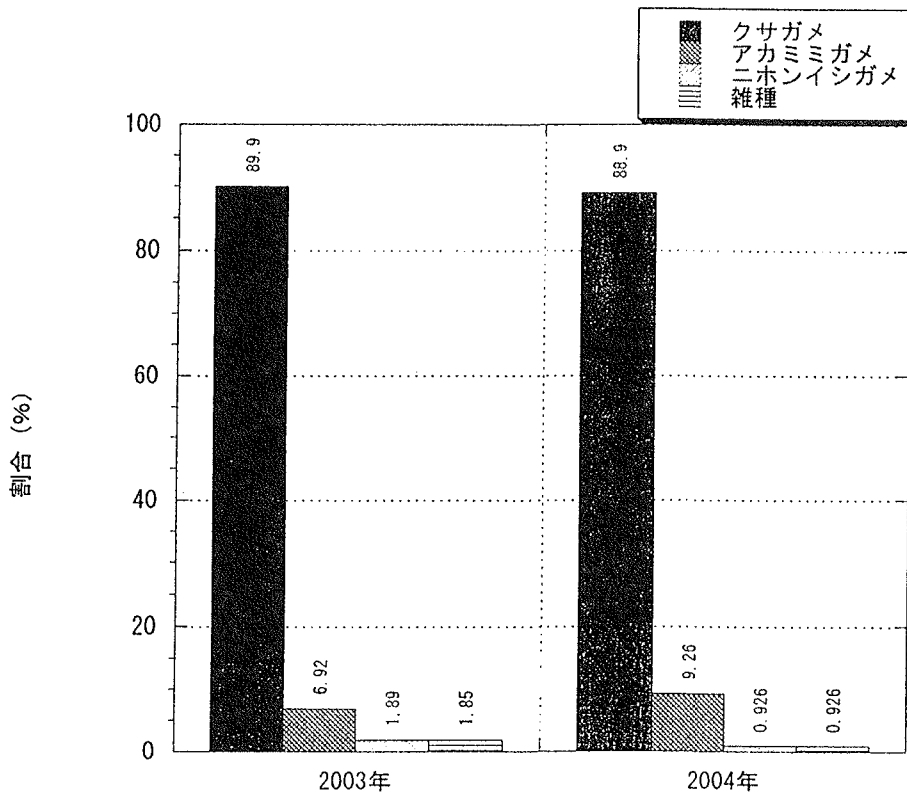


1トラップあたりに捕獲されたカメ類の個体数 (図3)

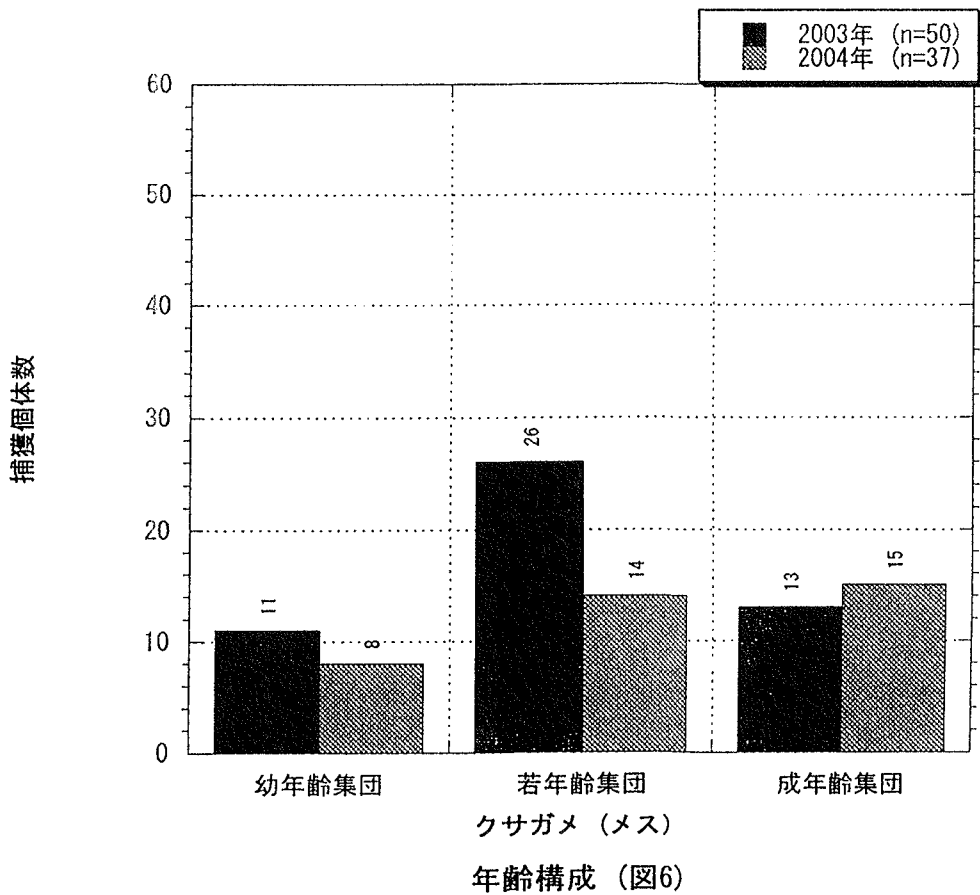
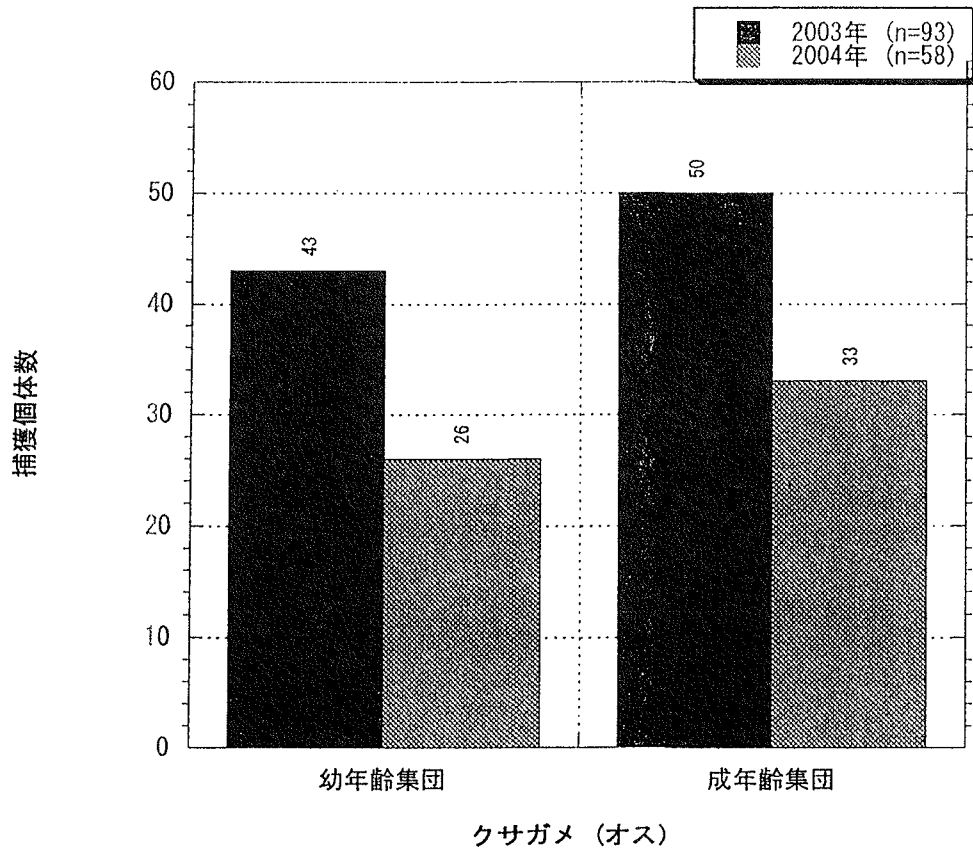
2004年にそれぞれの地域において、1回の調査ごとに示した



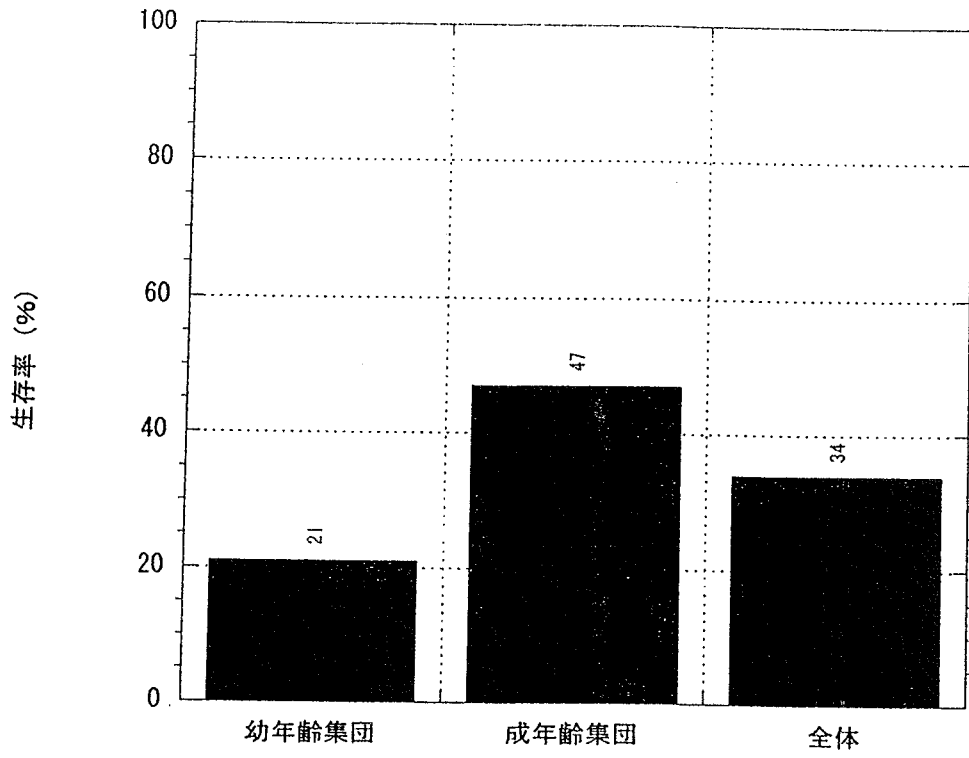
2003年と2004年におけるカメ類4種とその総数を示した



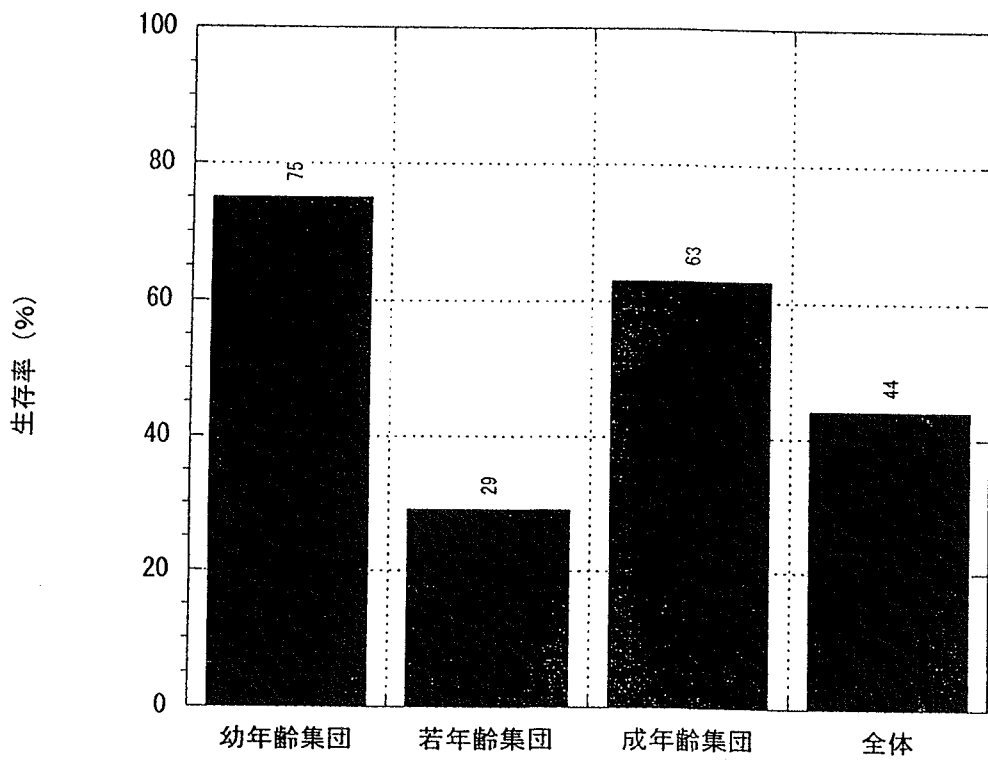
種構成割合 (図5)
2003年と2004年におけるカメ類4種の割合を示した



2003年と2004年におけるクサガメの年齢集団を性別で分割して示した

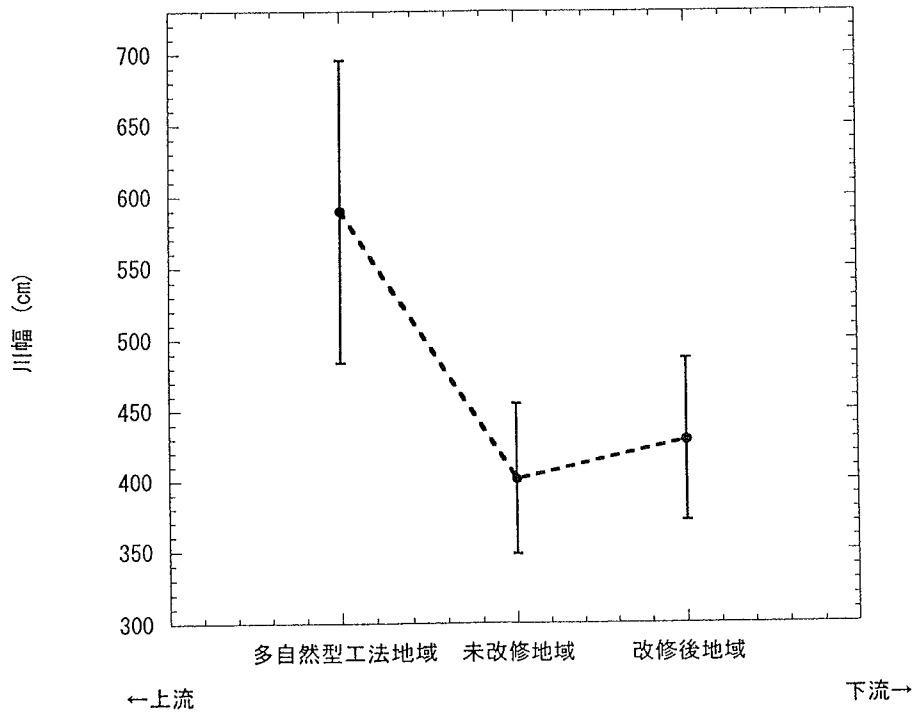


クサガメ (オス)

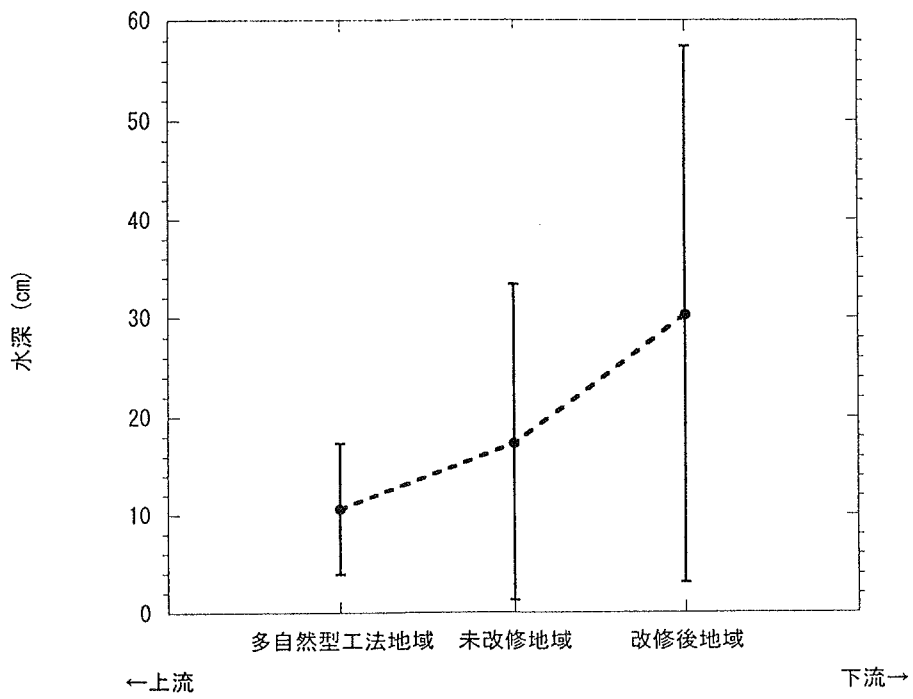


クサガメ (メス)

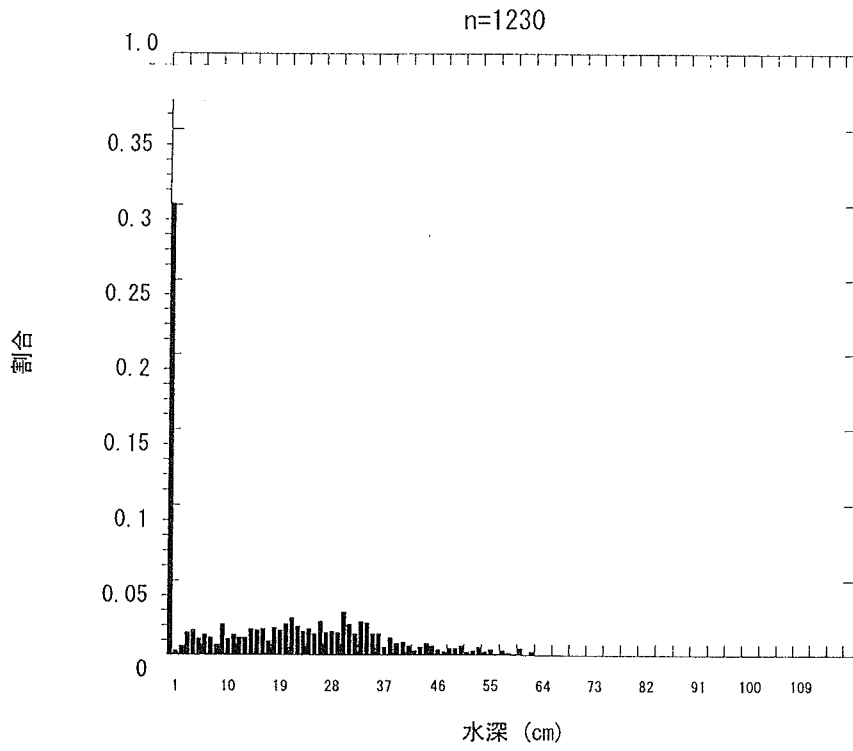
生存率 (図7)



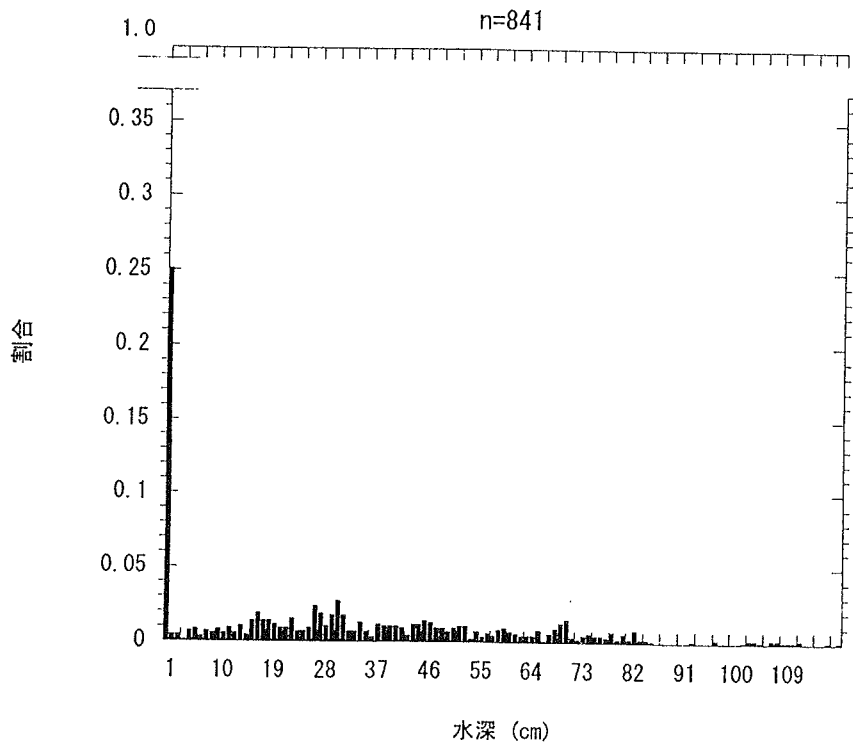
川幅 (平均値±標準偏差) (図8)



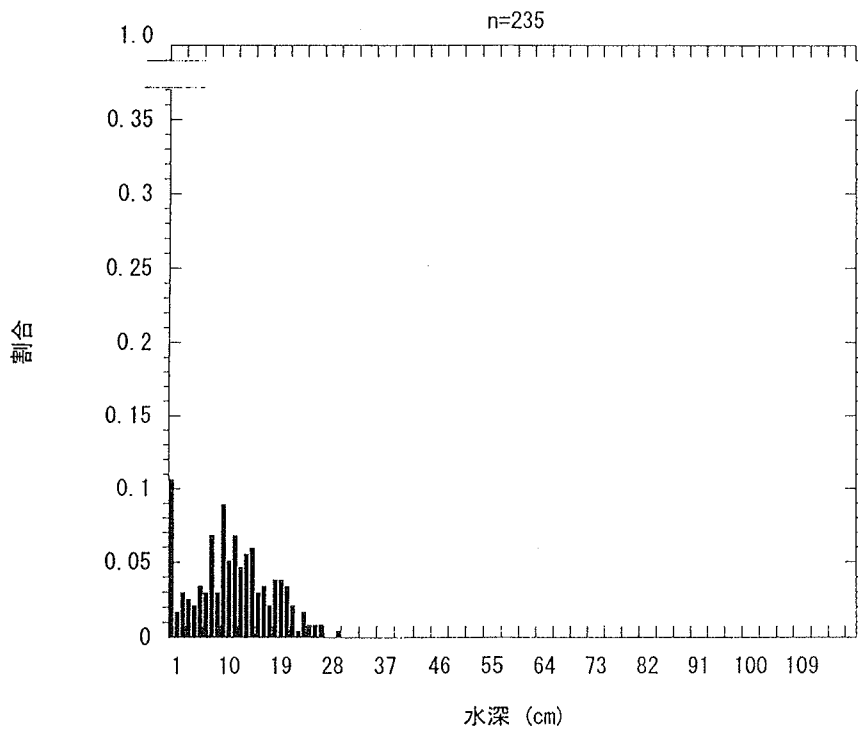
水深 (平均値±標準偏差) (図9)



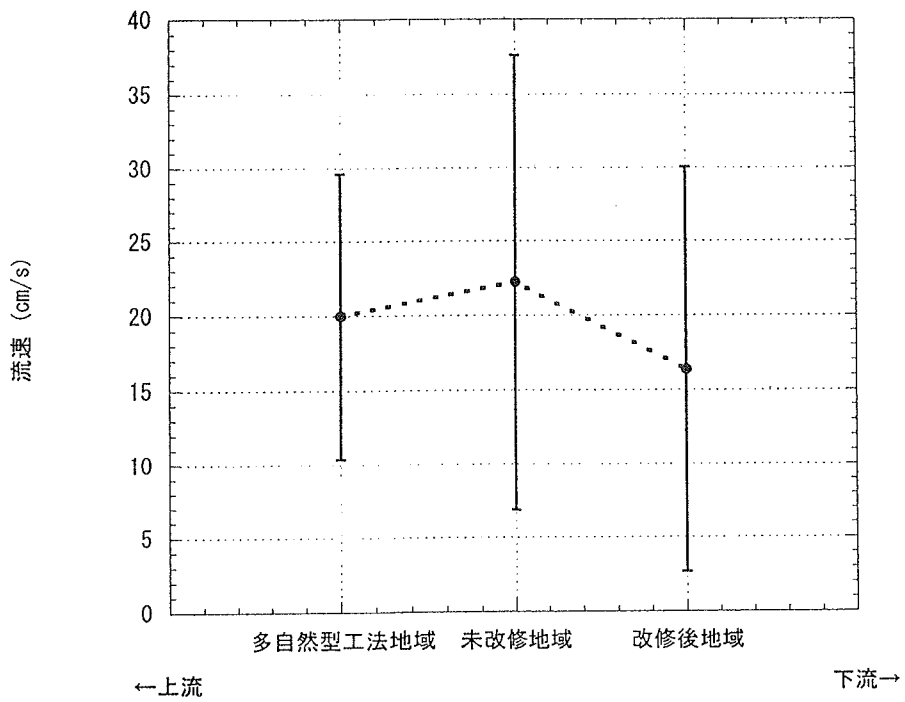
水深 未改修地域 (図10)



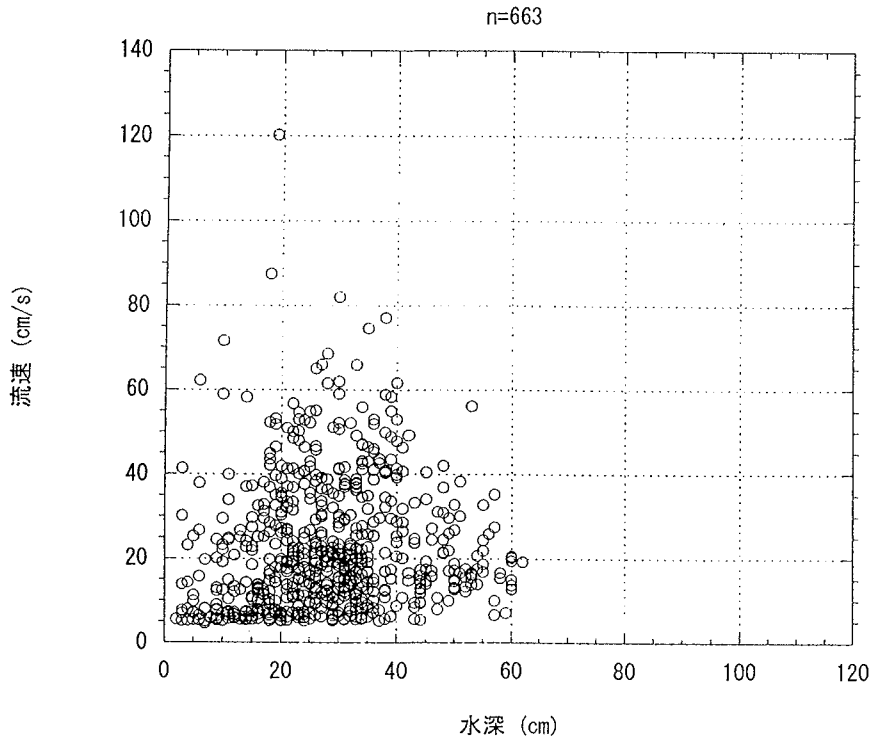
水深 改修後地域 (図11)



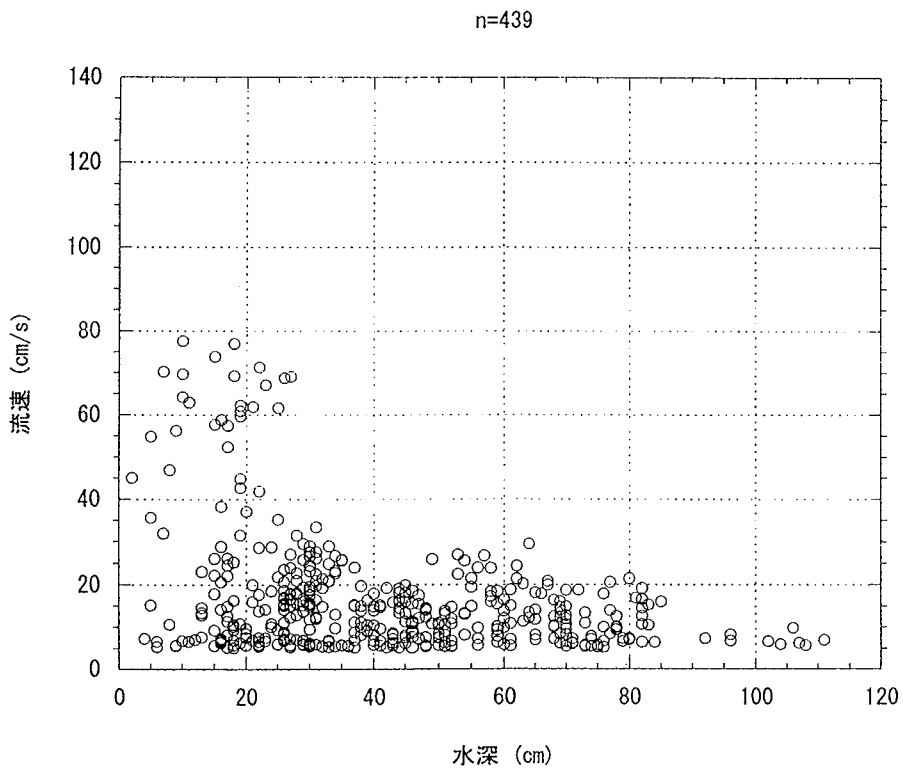
水深 多自然型工法地域 (図12)



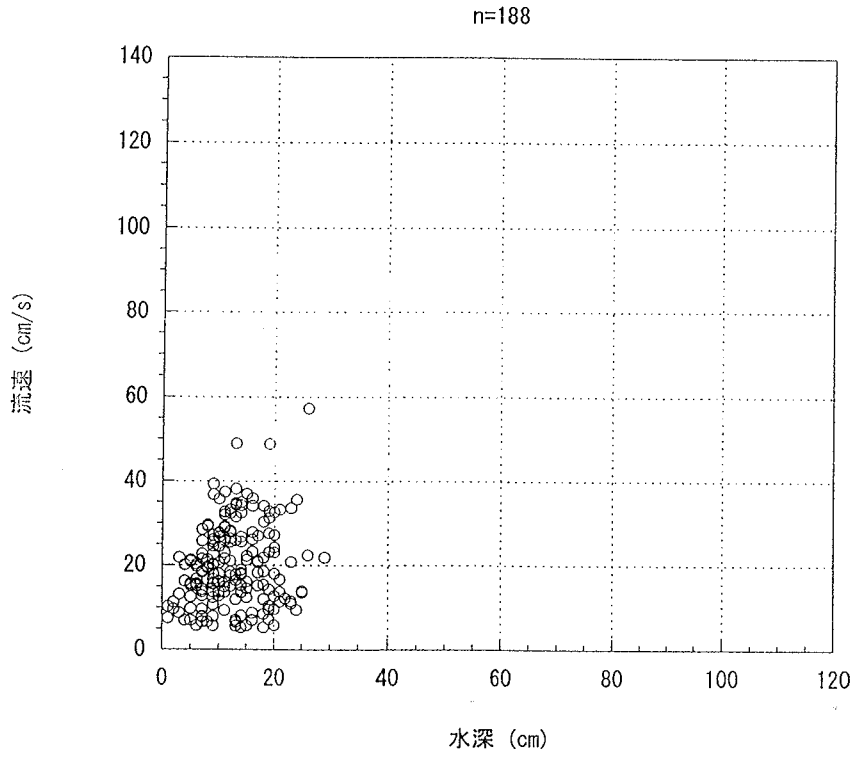
流速 (平均値±標準偏差) (図13)



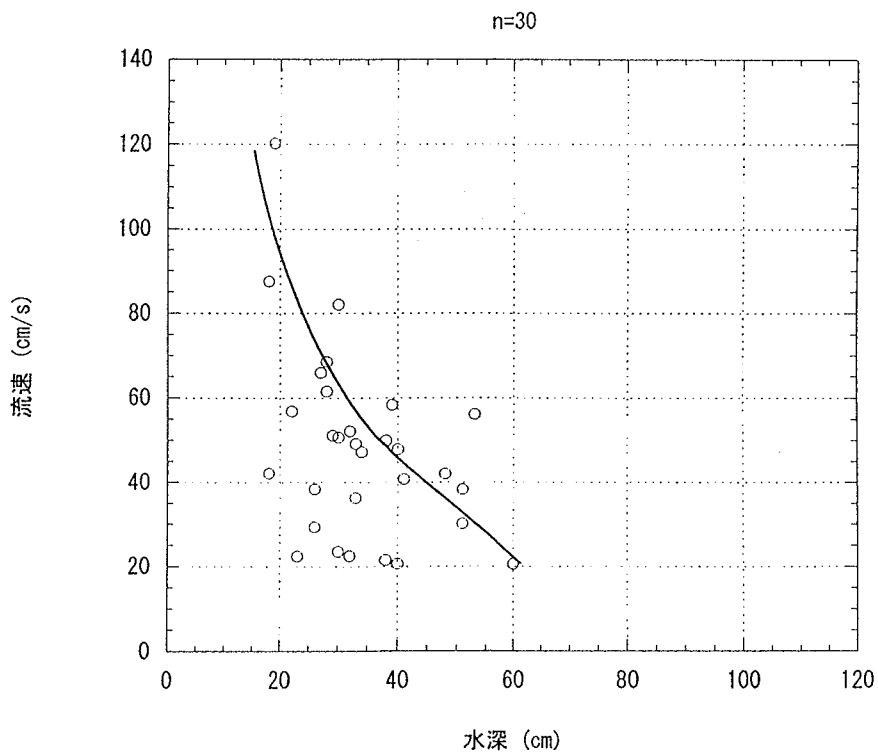
水深—流速 未改修地域 (图14)



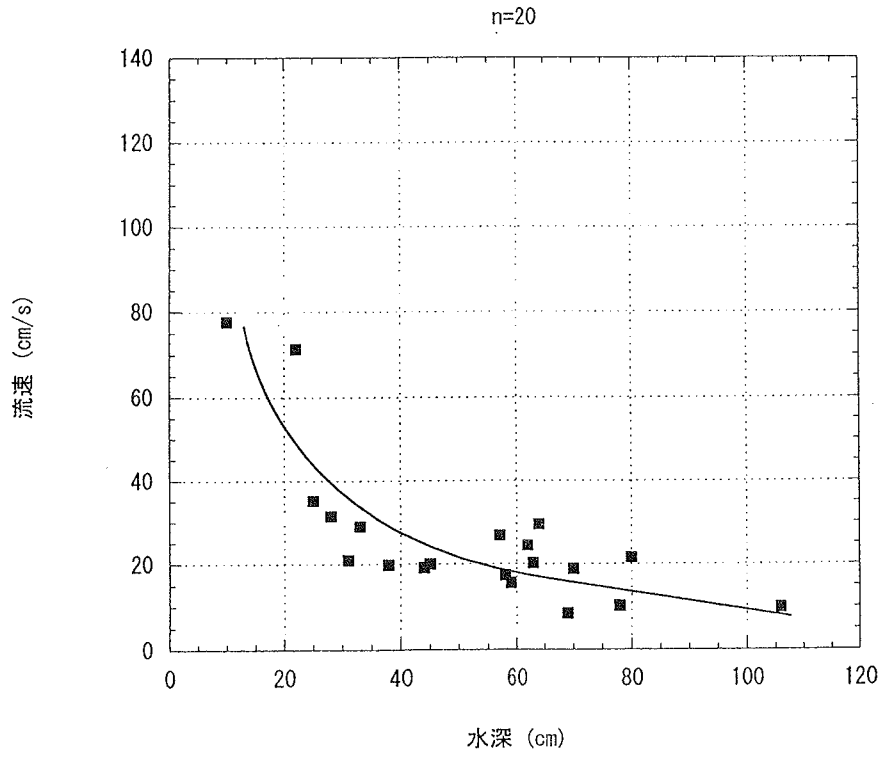
水深—流速 改修後地域 (图15)



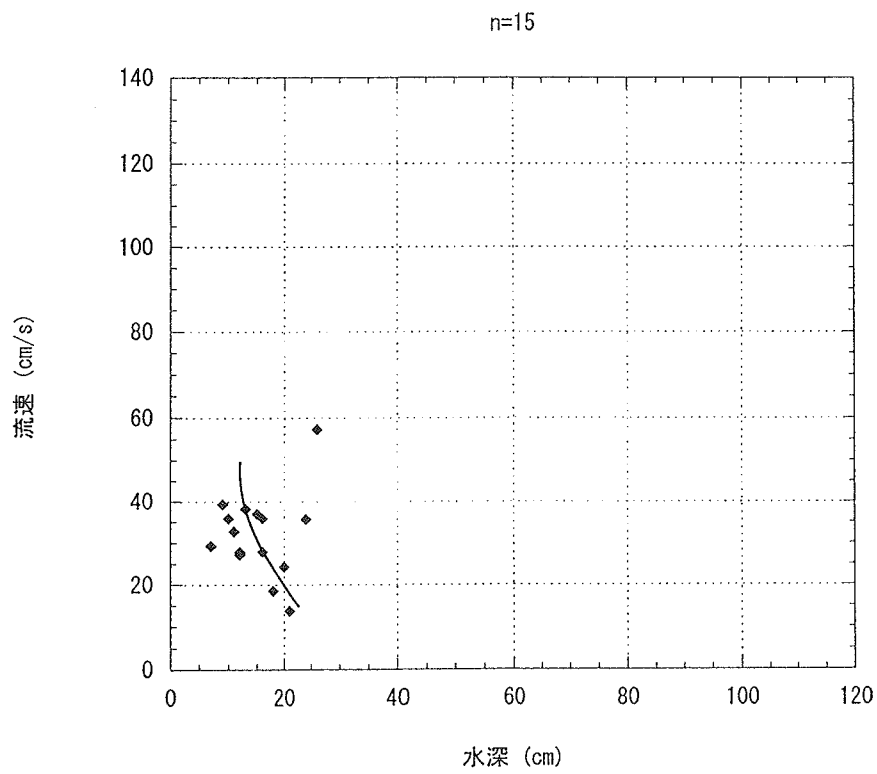
水深—流速 多自然型工法地域 (图16)



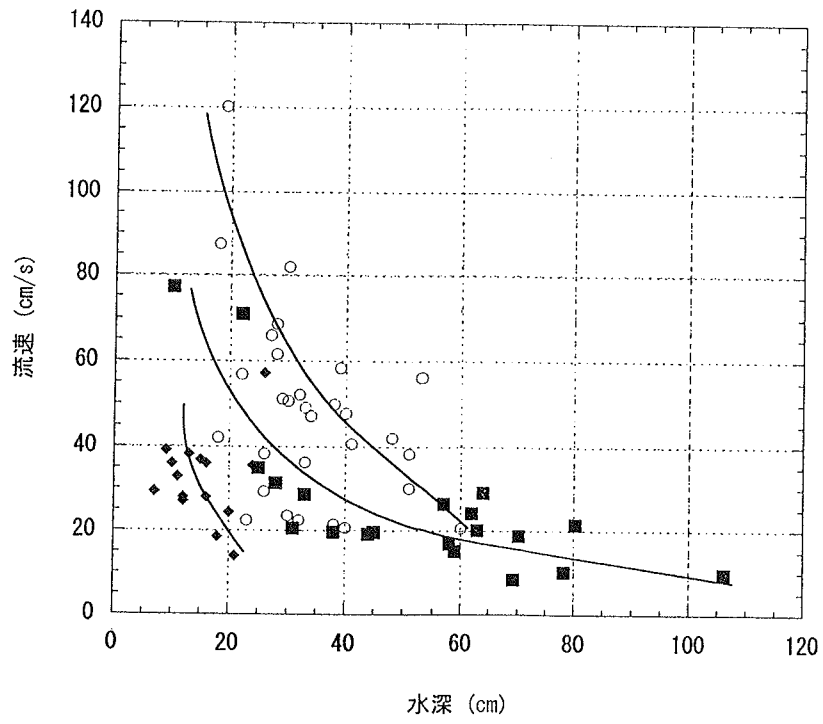
水深—流速最大 未改修地域 (图17)



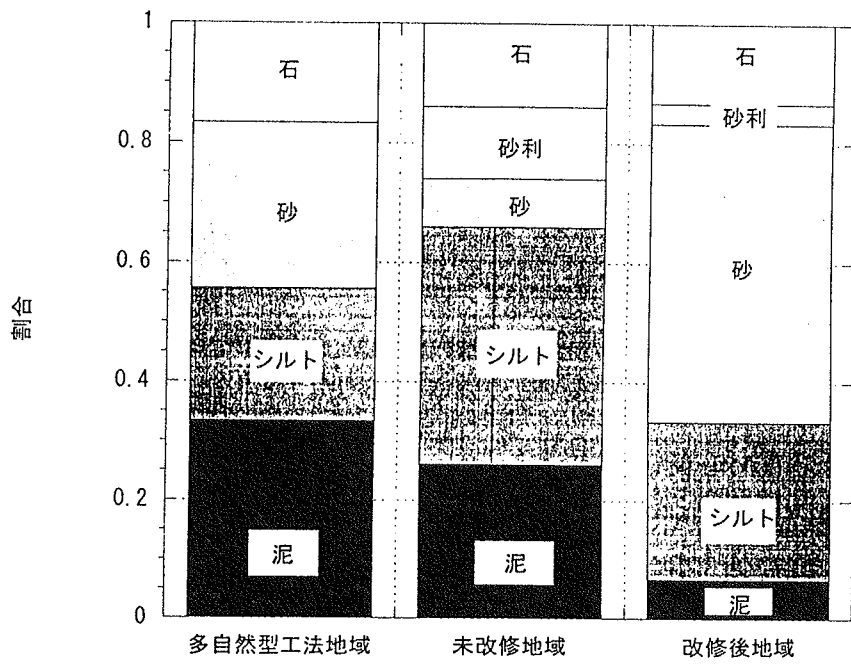
水深一流速最大 改修後地域 (図18)



水深一流速最大 多自然型工法地域 (図19)



水深—流速最大 3地域 (図20)



底質 (図21)

