

RIVER CHANNEL CHARACTERISTICS AND
THE SCALE OF NATURAL LEVEES IN LOWER REACHES

八木澤脩¹・知花武佳²・Agus SANTOSO³
Shu YAGISAWA, Takeyoshi CHIBANA and Agus SANTOSO

¹非会員 東京大学工学部 社会基盤学科 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

²正会員 工博 東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 准教授 (〒113-8656 文京区本郷7-3-1)

³非會員 工博 Research Center for Water Resources, Indonesia

The scale of natural levee is various, but the factor which causes the variety has not been revealed. On the other side, shape of river channel is also quite various, and the channel shape is considered to be determined by the factors that affects natural levee shape. In this research, the scale of natural levees around Kanto region is measured. Additionally, width/depth ratio of segment 2-1 is estimated and the grain size distribution of bed material is measured. It is clarified that length and width are correlated and long and wide natural levees are created in the area where the riverbed slope is mild. It is also revealed that natural levees on rivers which have quaternary volcano in the geology of basin tend to be high. Moreover, by focusing on geomorphological features, characteristics of width/depth ratio are clarified. Width/depth ratio is high in segment 2-1 where the alluvial plain is narrow among mountains or plateaus. Width/depth ratio is low in segment 2-1 and 2-2 of rivers which have Jurassic accretionary complex.

Key Words : Natural levee, slope, width/depth ratio, geology, alluvial plain

1. はじめに

自然堤防は、洪水の際に河道から水があふれ、その水に含まれた土砂が周辺に堆積してできる地形である¹⁾。そのため他の沖積平野上に比べて標高が高く、洪水被害を受けにくい土地となっており、古くから集落が立地するなど地理的に重要な地形である。この自然堤防の規模、すなわち長さ・幅・高さは、同じ蛇行原に位置していても場所により大きく異なるが、自然堤防の規模を規定する要因は未だ十分に明らかにされていない。

また、治水や河川管理において河道の川幅がどの程度で安定するかもまた重要な課題であるため、これまで多くの研究がなされてきた。しかし、ここでも河道の安定した断面形状がどのように規定されるかはさらに詳しく明らかにされるべきである。

そこで、本研究の目的は大きく分けて2つである。1つ目は、セグメント2（蛇行原）において、自然堤防の規模を同一河川上あるいは複数河川間で比較し、自然堤防の規模を規定する要因を解明することである。

2つ目は、セグメント2（蛇行原）に絞り、対象とした



図-1 対象河川における調査区間
(各ピンはセグメント2-1および2-2の区間境界)

河川流域の地形・地質に着目し、安定的な川幅水深比と河床材料の粒度分布の特徴を把握することである。

そしてこれら二つの結果を踏まえ、蛇行原に見られる川の個性とその規定要因について考察する。

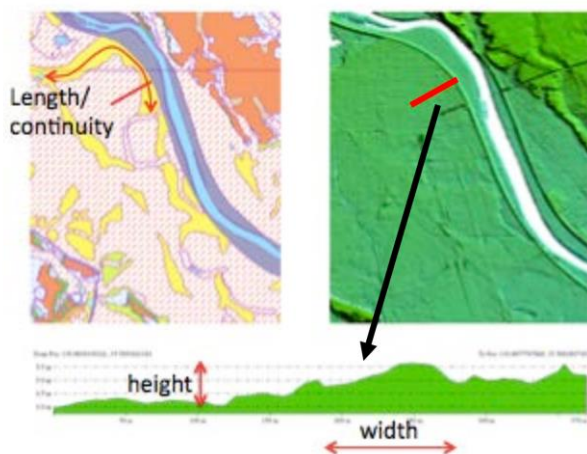


図-2 自然堤防の長さ・幅・高さの設定

2. 調査の概要

(1) 対象河川

異なる流域地質を持った比較的大規模な河川を、関東近郊で10河川（図-1）選定し、調査を行った。対象河川は、多摩川水系多摩川、荒川水系荒川・入間川、利根川水系渡良瀬川・鬼怒川・小貝川、那珂川水系那珂川、久慈川水系久慈川、相模川水系相模川、狩野川水系狩野川である。

(2) 調査内容

a) 地図・航空写真・標高データによる調査

治水地形分類図あるいは土地条件図から、流域の自然堤防の位置を把握し、自然堤防の中心線に沿った流下方向距離を自然堤防長さとして地図上で計測した。さらに、5mメッシュ標高データから得られる地形情報と照らし合わせ、自然堤防の範囲を特定し、長さ方向と垂直方向の距離を幅、氾濫平野からの比高を高さとして計測した。

また、Google Earthの航空写真上で植生がない部分の低水路幅を川幅として計測し、各種資料から得られる平均年最大流量と河床勾配を用いて等流水深を求め、川幅水深比を算出した。

b) 現地観測による粒度分布調査

各対象河川において、河床材料の粒度分布の調査を行い、セグメント2-1では線格子法を用いた。50mのメジャーを2本設置し、1m間隔で合計102個の表層土砂の礫径（中間径）を計測した。そして、個数比が体積比率に等しいと仮定し粒径加積曲線を作成した。

3. 結果

(1) 自然堤防の長さと幅の相関

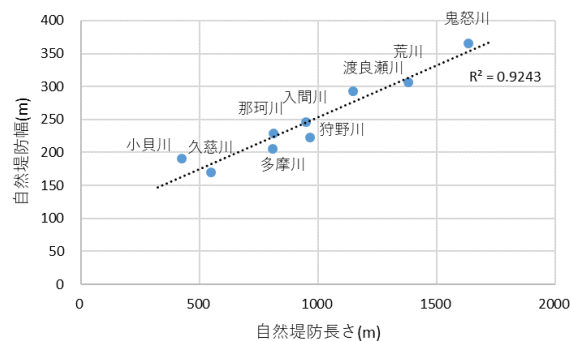


図-3 セグメント2-1における自然堤防長さと幅の関係

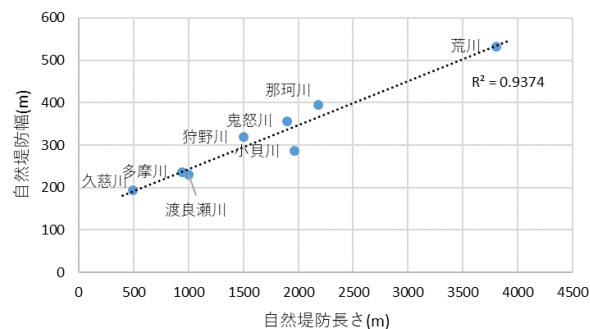


図-4 セグメント2-2における自然堤防長さと幅の関係

自然堤防の規模の計測を行ったのは、対象河川のうち相模川を除いた9河川である。自然堤防の長さ・幅を各河川流域のセグメント2-1、2-2に分けてそれぞれ平均し、グラフにプロットした。すると図-3と図-4から読み取れるように、自然堤防の平均長さと平均幅は強い相関がある、すなわち長い自然堤防は幅も広く、各河川とも自然堤防の平均的な平面形状はほぼ相似形であることを見出した。ただし、セグメント2-1と2-2では、自然堤防の規模の大きな河川が異なっていた。

(2) 自然堤防の平面的規模と河床勾配

各河川のセグメント2-1での河床勾配とその流域の自然堤防の長さ・幅をプロットしたのが図-5である。また、河床勾配と自然堤防長さのセグメント2-1から2-2への変化を図-6に示す。

図-5を見ると、セグメント2-1においては河床勾配と自然堤防長さに明瞭な相関が見られることがわかり、図-6を見ると、セグメント2-2でも大半の河川では同様の傾向が見られると共に、河床勾配の変化率に対する自然堤防の長さの増加率が同程度であることが分かる。ただし、荒川と久慈川はこの傾向から大きく外れている。

荒川セグメント2-2の自然堤防について、山本²⁾によるとこれはかつて利根川が合流して現在の荒川筋を流れていたときの自然堤防である。当時のこの河川は現在の荒川に比べて大きく蛇行していたため、当時の河床勾配は現在の河床勾配よりも小さかったと考えられる。

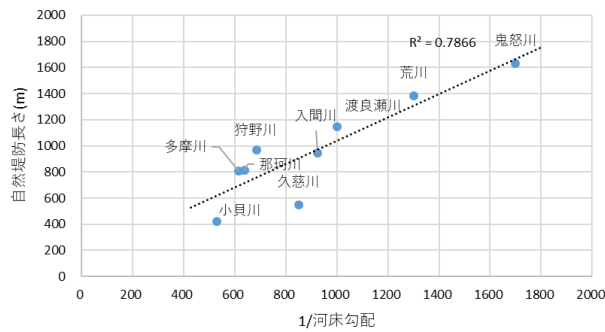


図-5 セグメント2-1における河床勾配と自然堤防長さの関係

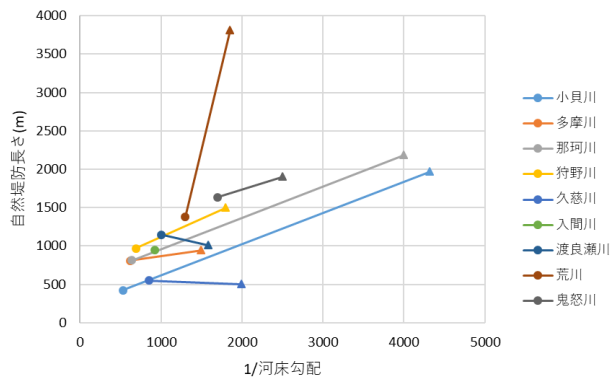


図-6 河床勾配と自然堤防長さの
セグメント2-1 (●) から2-2 (▲) への変化

久慈川のセグメント2-2はそのまま外海に注いでいるが、久慈川の河口近くは沿岸流の影響を受けて大きく蛇行し氾濫が頻発していたことが、治水地形分類図より読み取れる。そのため自然堤防が発達しにくかったことが一つの原因であるとは推察されるが、詳細は不明である。

以上の考察から、河川の河床勾配が小さいほど、自然堤防の長さ・幅は大きくなると考えられる。この理由として、セグメント2においては河床勾配が小さいときには河道の移動が起きにくいため、あふれた洪水に含まれる土砂が同じ場所に何度も堆積することが考えられる。また、河床勾配が小さいと河道からあふれた洪水の流速が小さいので掃流力も小さく、過去の洪水による自然堤防を壊れにくいのにに対し、河床勾配が急で河道が大きく移動する場合は、移動した河道が過去の洪水で作られた自然堤防を壊してしまうことも考えられる。

(3) 自然堤防高さと流域地質

自然堤防の高さを、各河川のセグメント2-1、2-2に分け、自然堤防の面積で重みづけをして河川ごとに平均したものを図-7、図-8に示す。ここで重み付けというのは、長さ・幅と高さを掛け合わせた自然堤防の体積に該当するものを河川内ですべて足し合わせ、それを長さ・幅を掛け合わせた底面積に該当するものの合計値で除した、平均的な高さに該当するものである。このデータを得た

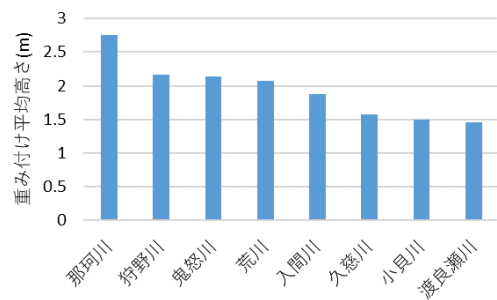


図-7 セグメント2-1における自然堤防高さの平均

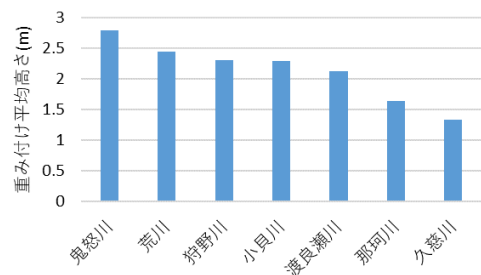


図-8 セグメント2-2における自然堤防高さの平均

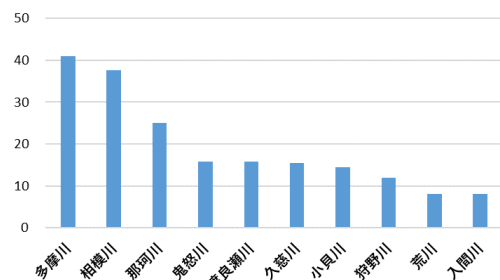


図-9 対象10河川のセグメント2-1における川幅水深比

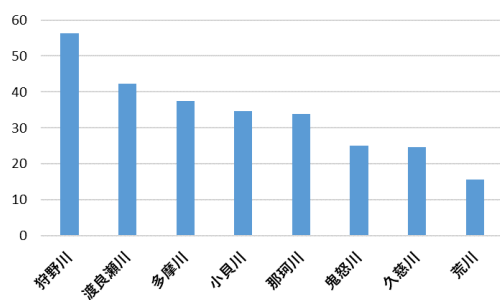


図-10 対象8河川のセグメント2-2における川幅水深比

れたのは、相模川と多摩川を除いた8河川である。

この結果から、流域地質に第四紀火山を持つ那珂川、狩野川、鬼怒川では、セグメント2-1で顕著に自然堤防が高く、第四紀火山を流域に持つ河川では自然堤防が高くなる傾向にあると考えられる。これは火山砕屑物が自然堤防の材料となる砂やシルト・粘土を産出しやすいためと考えられる。セグメント2-2ではこの傾向は直ちに見られないが、荒川の自然堤防は先述の通り利根川が流下していたときのものであること、小貝川のセグメント2-2はかつて鬼怒川の流路であったこと³⁾、がそれぞれ

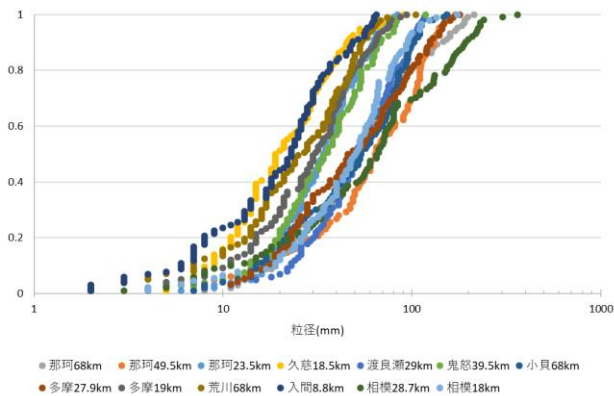


図-11 観測全サイトの河床材料粒度分布（2mm以上に限定）

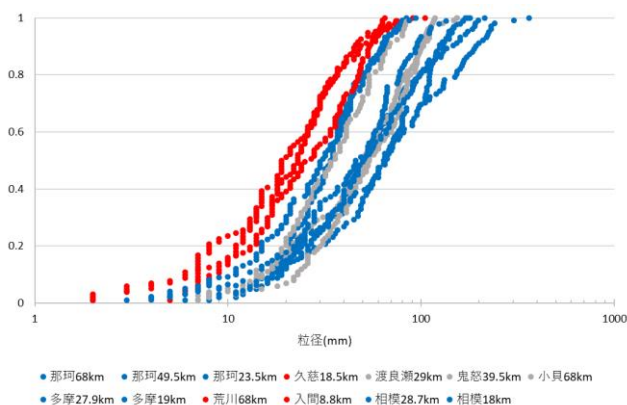


図-12 グループ分けしたセグメント2-1の河床材料粒度分布

理由としてあげられる。ただし、那珂川については平面的な規模は発達しているものの、高さの発達については原因解明に至らなかった。

(4) 川幅水深比と河床材料の粒度分布

対象10河川のセグメント2-1について、流域地形・地質に着目して川幅水深比と粒度分布を整理した。

a) 山地・台地に挟まれ沖積低地の幅が狭い河川

多摩川、相模川、那珂川がこれにあたる。図-9に示すとおり、川幅水深比は他の河川に比べて大きく、図-11、図-12に示すとおり河床材料に大粒径のものが含まれ、 d_{60} は60~90mm程度である。しかし、沖積低地幅が広がったあとの下流よりの観測サイトでは粒径が小さく d_{60} は40mm程度であった。このような区間では扇状地（セグメント1）における大きめの礫がセグメント2-1まで運ばれ、粒径が大きくなるものと考えられる。実際、図-5より、河床勾配がやや急であることもわかる。さらに、河床材料が大きいために河床が侵食されにくく河岸が侵食され川幅水深比が大きくなりやすいと考えられる。

b) 流域地質が主にジュラ紀付加体である河川

荒川、入間川、久慈川がこれにあたる。図-9に示すとおり川幅水深比がほかの河川に比べ小さく、河床材料の粒径が小さい。図-11、図-12に示すとおり d_{60} は20~35mm程度であるのは、ジュラ紀付加体の地質が砂利を多く産出するためである。河床材料が小さいために河

床の耐侵食力が弱く、川幅水深比が大きくなると考えられる。久慈川の川幅水深比が荒川と入間川よりやや大きいのは、これは久慈川のセグメント2-1の上流よりで一部で沖積低地が山地に挟まれ幅が狭いためである。

さらに、図-10に示すとおりこれらジュラ紀付加体の河川ではセグメント2-2においても川幅水深比が小さい。したがって、流域地質が主にジュラ紀付加体である河川では、セグメント2全域で川幅水深比が小さくなる傾向にあるといえる。

4. 結論

本研究では、まず自然堤防の平面形状特性とその高さを規定する要因としてそれぞれ以下の2点を指摘した。

a) 自然堤防の平面的な大きさは河床勾配と相関があり、河床勾配が小さいほど自然堤防は大きい傾向にある。この理由としては、河床勾配が小さいほど河道が安定しやすいため自然堤防が破壊されずに大きく成長することや、あふれた洪水の流速が小さくなるため自然堤防が破壊されづらいことが考えられる。

b) 自然堤防の高さは流域地質と関係が強く、上流地質に火山由来の地質を含む流域では他の流域と比較して自然堤防が高い傾向にある。この理由として、火山砕屑物は自然堤防の材料となる砂・シルト・粘土を多く産出する特徴があり、自然堤防が成長しやすいことが考えられる。

次に、現河道の川幅水深比の特徴とその規定要因として以下の2点を指摘した。

a) 沖積低地が台地・山地により挟まれて狭くなっている河川のセグメント2-1区間では他の河川より粒径が大きく結果として川幅水深比も大きくなる。ある意味セグメント1に近い環境である。また勾配も急なため、自然堤防の平面形状は小規模である。

b) 上流地質にジュラ紀付加体が含まれる河川では、セグメント2全域でほかの河川より川幅水深比が小さい。

以上の通り、蛇行原における自然堤防と河道断面形状が、河床勾配、あるいはそれを規定する周辺の流域地形及び流域地質によって規定される過程を明らかにした。

参考文献

- 1) 籠瀬良明：自然堤防—河岸平野の研究事例—，古今書院，1975
- 2) 山本晃一：構造沖積河川学—その構造特性と動態—第7章，山海堂，2004
- 3) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所 河川環境総合研究所資料 第18号 河道・環境特性情報の読み方と利用 —事例研究を通じて—，2007
- 4) 小出博：『日本の国土—開発と自然(上)—』東京大学出版会，1973

(2018. 4. 3受付)