河川技術論文集, 第17巻, 2011年7月

利根川下流部河道改修の変遷と浚渫の効果

CHANGE OF RIVER IMPROVEMENT WORKS OF THE LOWER TONE RIVER AND EFFECTIVENESS OF CHANNEL DREDGING

茂呂康治[1]・風間聡[2]・福岡捷二[3]
Yasuharu MORO, Satoshi KAZAMA, Shoji FUKUOKA

[1]正会員　国土交通省　関東地方整備局　利根川下流河川事務所（〒287-8510 千葉県香取市佐原イ4149）
[2]正会員　筑西市役所　土木部　次長（〒308-0031 茨城県筑西市丙360番ｽﾋﾟｶ分庁舎）
3フェロー, 工博, Ph. D, 中央大学理工学部特任教授, 研究開発機構教授
（〒112-8511　東京都文京区春日1-13-27）

River improvement works of the lower Tone River had begun in the Meiji 33rd (1900) and channel form close to the today's river was made mainly by widening of the river cross-sections. A new river from Sawara to confluence section of Hitachi-tone River (20 to 40km from the river mouth) was made by channel excavation and connected to a region with a wide water surface area which extends from the river mouth. After that period, the present channel form has been constructed by dredging and creating flood channels.
The present paper reports chronological change of the lower Tone River improvement works mainly by channel dredging on the basis of Tone river improvement plan of Showa 24th (1949) and assesses effectiveness and today'issue of implementation works.

Key Words : *lower Tone River , chronological change of river improvement work, widening and dredging, ,*

１．はじめに

利根川下流域は、明治３３年の国直轄による改修工事着手以来、浚渫と築堤による改修が行われてきた。平成１８年に策定された利根川水系河川整備基本方針（以下「基本方針」という）及び今後策定される利根川水系河川整備計画においても、河口から佐原までの40km区間での浚渫は主要事業になると想定されている。このように、利根川下流の浚渫事業は、下流域の河川改修の主要な事業であったにもかかわらず、経年的に行われてきた浚渫事業の効果について、十分に検討されてこなかった。本論文では、昭和24年利根川改修改訂計画以降における約5000万㎥の浚渫により形成された河道断面の変遷と、その整備効果について、長年にわたる浚渫および河道の縦横断測量に基づく実測資料を整理し考察した。

２．利根川下流の改修の経緯と現状の課題

現在の利根川の下流域は、かつては香取の荒海と呼ばれる内海であった。利根川はもともと東京湾に流れ込む河川であったが、江戸時代に行われた利根川東遷事業により鹿島灘に流れ込むようになった。明治29年に河川法が制定され、洪水防御を目的とした国による直轄事業が行われるようになったが、利根川については、明治33年に図-1に示す第１期改修（佐原～東庄）が着手され、河道掘削を主体とする河道拡幅工事により現在の河道の原型が形成された。

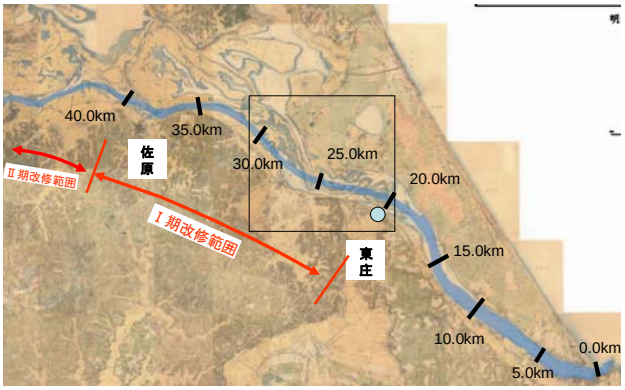

図-1　（明治１６年測量迅速図とⅠ期改修範囲）

表-1　利根川における改修計画の変遷

計画の名称	策定年	計画高水流量	
		栗橋	佐原
改修計画(第Ⅰ期)	明治33年	3,750 m3/s	3,750 m3/s
改修計画(第Ⅱ期)	明治43年	5,570 m3/s	4,310 m3/s
増補計画	昭和14年	9,200 m3/s	4,300 m3/s
改修改訂計画	昭和24年	14,000 m3/s	5,500 m3/s
工事実施基本計画	昭和55年	17,000 m3/s	8,000 m3/s
河川整備基本方針	平成18年	17,500 m3/s	9,500 m3/s

栗橋：河口から130km地点　佐原：河口から40km地点

表-2　昭和５年から昭和２５年にかけての主な出水

	取手（85km）		布川（76.5km）		佐原（40km）	
	水位（Y.P.m）	流量	水位（Y.P.m）	流量	水位（Y.P.m）	流量
昭和10年 9月	11.25m		7.28m	6,354m3/s	5.35m	
昭和13年8.9月	10.40m	6,260m3/s	8.99m		4.47m	4,441m3/s
昭和16年 7月	11.89m	7,310m3/s	10.04m	6,051m3/s	5.69m	7,006m3/s
昭和22年 9月	10.82m	7,969m3/s	9.42m	6,115m3/s	5.18m	7,224m3/s
昭和23年 9月	11.32m		9.90m	7,538m3/s	5.64m	6,831m3/s
昭和24年8･9月	11.12m	8,200m3/s	9.66m	6,433m3/s	5.29m	5,801m3/s
昭和25年 8月	11.54m	8,260m3/s	9.98m	7,207m3/s	5.76m	6,071m3/s

佐原から常陸利根川の合流点までの区間（河口から40km～20km付近）は湿地や氾濫源を開削することにより新たな河道を掘削し、それより下流の内海の名残の残る河口からの広大な水面を有する区間に接続した人工的な河川である。その後、浚渫や浚渫土を用いた高水敷造成を経て現在の河道が形成されている。利根川の改修計画は、表-1に示すように洪水等を契機として計画が見直され現在に至っている。計画の改訂に伴って、計画高水流量は増加しているが、栗橋の増加量に比べて、佐原の増加量は小さい。これは、利根川下流では、布川地点（河口から76.5km）に狭窄部があり、計画高水流量増加の制約条件になっていて、布川上流部に東京湾へつながる放水路が計画されていたことが主な理由である。

表-2 に昭和5年から昭和25年に発生した主な出水を示した。放水路が未整備なこともあり、計画流量を上回る流量の洪水が多発し、大きな被害をもたらした。下流域での河川改修は、浚渫と築堤を中心に鋭意進められてきたが、現在の流下能力は河口から約30kmの区間が6000m³/s程度で最も小さく、基本方針の佐原（河口から40km）地点の目標流量9500m³/sはもとより、S55に策定された利根川水系工事実施基本計画（以下「S55旧計画」という）の8000m³/sに対してさえ大幅に不足している。流下能力の確保に当たっては、引堤や計画高水位（以下「HWL」という）を引き上げる等の手段もあるが、用地の確保、災害ポテンシャルの増加などを考慮すると現実的でなく、基本方針規模で5500万m³、S55旧計画と同等規模で2000万m³程度の大規模な浚渫で流下能力を確保することが最も有力な案となっている。しかしながら、もともと、海同然であったところに浚渫と高水敷造成により新たな河道をつくった河口から20km地点までの区間をさらに浚渫して河積を確保し、流下能力の増大を図るには、過去に実施してきた浚渫事業を検証し、今後のより効果的、効率的な浚渫計画を立案する必要がある。

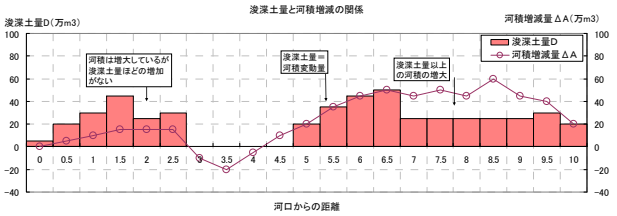

図-2　浚渫土量と河積の関係（例）

３．河道の浚渫量と河積の増減量の検討方法

過去に実施した浚渫の効果を検証するため、過去の測量成果、実績の浚渫量などから、次のような指標を設定し、その縦断的な変化、経年的な変化を示して検討を行うこととした。

(1) 横断図の経年変化

横断測量の結果の経年的な変化を重ね合わせた。

(2) 低水路幅の経年変化

利根川下流域では、浚渫による低水路の拡幅だけでなく、低水路の中央部の浚渫と、浚渫土砂を用いた両岸への高水敷の造成も多く実施された。後者の場合は、浚渫により、低水路幅が減少する結果になる。

(3) 河積の経年変化

HWL 以下の洪水が流下する河川の横断図上の面積を求めた。

(4) 推定区間土量変化量と実際の浚渫量の比較

一定期間の横断測量の結果から求められる河積の変化から算出した一定区間内の土量の変化と実際の浚渫量を比較した。

具体的には、次のような方法を行った。断面 X における T1 年の河積を Ax1、T2 年の河積を Ax2、断面 Y における T1 年の河積を Ay1、T2 年の河積を Ay2 とするとき、断面 X と断面 Y 間の T1 年から T2 年の間の河積の変化ΔA を

$$\Delta A = ((Ax2-Ax1)+(Ay2-Ay1))/2$$

として求め、これに区間距離ΔX を乗ずることにより、区間内の土量の変化量を求め、T1 年から T2 年の間における区間の浚渫量 D と比較することにより評価した。評価結果の例を図-2 に示す。S36 以前については、同一年度内に 40km 区間全てを測量した成果がないため、河口～20km については S14－S16 測量河道を使用し、20.5km～39.5km については 2km ピッチではあるが S11 に I 期改修河道の評価[1] を行っているのでその図を基に横断図を作成し、S21 浚渫開始時の基礎河道とした。

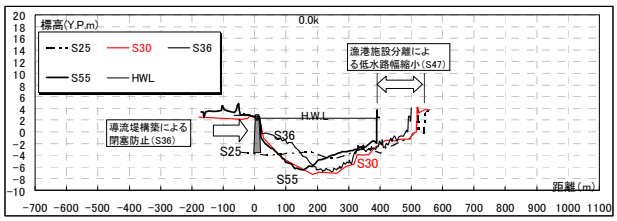

図-3　横断図の経年変化図（①河口0.0km地点）

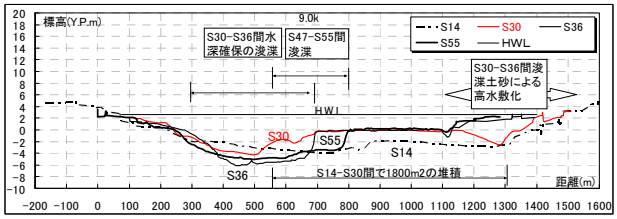

図-4 横断図の経年変化図（②河口から9.0km地点）

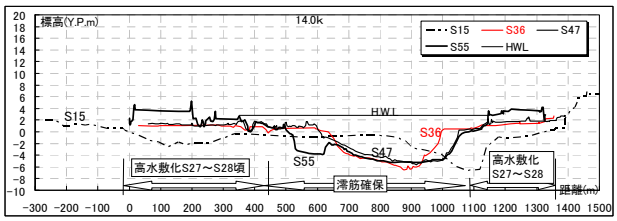

図-5　横断図の経年変化図　（③河口から14.0km地点）

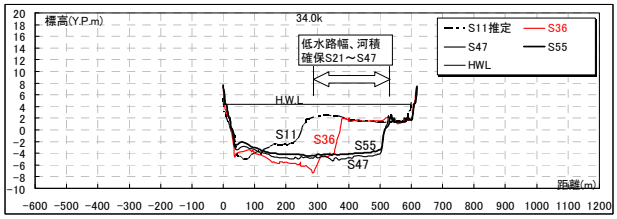

図-6　横断図の経年変化図　（④河口から34.0km地点）

表－3　低水路幅の経年変化（m）

低水路幅(m)	S21以前 S11～S16	S25	S30	S36 導流堤建設直後	S47	S55
① 0.0km	海域	512	501	474	373	371
② 9.0km	1309	未実施	1177	963	1002	983
③ 14.0km	1508	未実施	未実施	776	523	631
④ 34.0km	243	未実施	未実施	356	496	503

表－4　HWL以下の河積の経年変化（m^2）

HWL以下 河積(m^2)	S21以前 S11～S16	S25	S30	S36 導流堤建設直後	S47	S55
① 0.0km	海域	2871	3209	2579	2503	2327
② 9.0km	6376	未実施	4555	4622	4381	4722
③ 14.0km	6544	未実施	未実施	4355	4205	4234
④ 34.0km	2647	未実施	未実施	3867	4517	4263

４．検討結果

(1) S21～S55間（浚渫工事再開～工事実施基本計画策定）

(a) 横断図からみた河道の特徴

利根川下流部の河積と改修の関係を特徴付ける断面として①0.0km地点（図-3）、②9.0km地点（図-4）、③14.0km地点（図-5）、④34.0km地点（図-6）の４地点を抽出し考察する。表-3 は低水路幅、表-4 は各地点のHWL以下の河積の経年変化を示した。

①0.0km地点（河口部）はかつて海域であったが、河口閉塞防止のためS25～S35にかけて左岸0km～1km付近に設置された河口導流堤により、河道が沖へ延伸した箇所である。また、S47の右岸漁港施設との分離により、表-3の低水路幅では、導流堤建設直後のS36～S47間に100m程度の減少があった。一方、表-4のHWL以下の河積はS36～S55まで2300m^2～2500m^2程度の河積が維持されている。

②9.0km地点では、S14～S30間で、河道内に750m程度の幅で2m以上の堆積がみられる。表-3の低水路幅では130m程度の減少、表-4のHWL以下の河積では約6400m^2から4600m^2程度に減少している。S30～S36間に河道の澪筋部を浚渫し、右岸側に高水敷を造成し、表-3の低水路幅は約200m以上減少したが、表-4のHWL以下の河積では減少はみられない。その後、S47～S55間で河道中央部を浚渫しており、河積は増大している。

③14.0km地点は表-3では、1500m以上あった低水路幅がS36では約780mになっている。浚渫により澪筋を確保するとともに、高水敷を造成し、低水路を狭めていった横断形がみてとれる。表-4のHWL以下の河積もS15当時の6500m^2からS36には4400m^2程度に減少している。ただし、高水敷造成は、工事履歴によるとS28頃に実施されており、直前の測量結果がないので図-5に示されていないが、②9.0km地点のS14～S30間の堆積状況をみると、そのわずか5km上流の14.0km地点が堆積していないとは考えにくく、S15～S28の間に、相当量の堆積があったことが推測される。

④34.0km地点では、表-3によれば、S11当時推定240m程度だった低水路幅が、S47では約500mまで拡幅され、表-4 のHWL以下の河積では、浚渫に伴い2600m^2程度だった河積がS47には4500m^2台へと増大した。徐々に堆積してきてはいるが概ね4200m^2以上の河積がS55まで維持されている。

(b) 低水路幅、河積の経年変化と浚渫量の関係

昭和21年以降の河川改修は、利根川下流域の全川にわたって行われたが、河口から約20km地点を境にその工法に違いがある。図-7 は低水路幅の経年変化を、図-8はS11、S16～S55間のHWL以下の河積の経年変化を示している。また、河口から4.5kmまでであるが、S25測量データ、10.0kmまでであるが、S30測量データが残っているため、そのデータも含めて分析を行う。図-7では、河口から20km地点までの区間では、S11-S16時点で、前述の1500mを超える流路と河口部の縮流形状が読み取れる。図-8のHWL以下の河積でも同様に、河口急縮部(0.0km～2.0km区間)を除き5000m^2～6500m^2の河積となっている。一方で、河口から20km地点より上流は図-7に示すように低水路幅で概ね250m、図-8に示すようにHWL以下の河積では20km

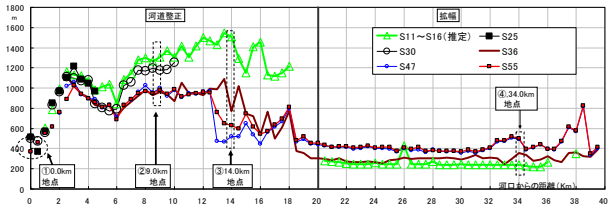

図-7　S11､16～S55　低水路幅の経年変化

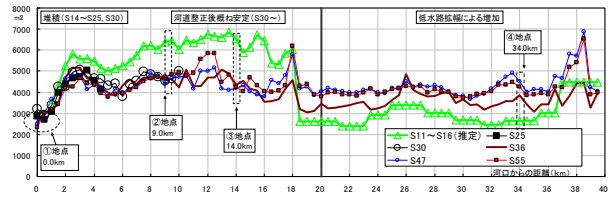

図-8　S11,16～S55　HWL以下の河積の経年変化

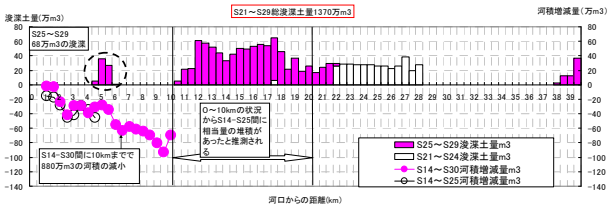

図-9　S21～S30　浚渫量と河積増減量の関係

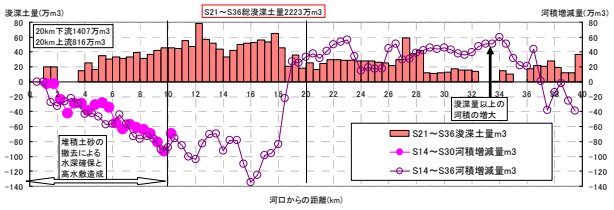

図-10　S21～S36浚渫量と河積増減量の関係

～36km付近で概ね2000m²～3000m²となっていた。当時は河積、低水路幅ともに、20km付近を境に著しくアンバランスなものとなっていた。次に各年度間の変動状況をみてみる。河口から4.5kmまでの区間でS11～S16とS25を比較すると、**図-7**の低水路幅は概ね変動がないが、**図-8**のHWL以下の河積では、河口急縮部(0.0km～2.0km区間)を除き減少している。S11～S16とS30を比較すると、河口から10kmまでの区間で、**図-7**の低水路幅は一部6.0km近辺を除き概ね変動はないものの、**図-8**のHWL以下の河積では、概ね2km地点から上流で減少がみられ、特に前述した(a)②9.0km地点を含む8.0km～10.0kmで減少量が大きい。この低水路幅があまり変化していないのに河積が大きく減少している現象は河道内の堆積によるものと考えられる。S30とS36の比較では、**図-7**の低水路幅では最大200m以上の縮小がみられるが、**図-8**のHWL以下の河積ではほとんど変動がみられず、(a)②9.0km地点で述べた堆積により浅くなった河道の澪筋部を浚渫し、その土砂を用いて高水敷を造成した改修が概ね2km～10kmで行われていたことが分かる。

図-9～図-12は、それぞれ、３．で述べた方法により算出した浚渫土量と河道河積増減量の比較図である。**図-9**はS21～S24間および、S21～S30間の浚渫土量とS14～S25間(4.5kmまで)、S14～S30間（10kmまで）の河積増減の関係図であるが、これによれば、S21～S24間は河口から20km地点までは、ほとんど浚渫は行われていなかった。S25～S29間の浚渫は一部5～6km近辺で実施されている68万m³を除き河口から11km地点より上流を実施している。それに対して河積増減量は、S14～S25間、S14～S30間共に減少を示しており、その量はS14～S30間で880万m³となっている。つまり、**図-9**より読み取れる10kmまでの河積減少量は、ほとんどが堆積によるものであると推測される。河口(2km)から20km地点までは、堆積によって浅くなった低水路の澪筋部を浚渫して深くし、かつ再度の堆積を防止するためにも、浅くなった川岸に高水敷を、浚渫土砂を用いて造成することにより、河積の増加は期待できないが、洪水時の掃流力を高める改修が行われた。**図-10**はS14～S36間を網羅した浚渫量と河積の増減の関係図にS14～S30間の河積増減量をプロットしたものであるが、10kmまでの区間でS30～S36間に一定の浚渫量があったにもかかわらず、S14～S30間の河積増減量と、S14～S36間の河積増減量はほぼ一致していることから、S30～S36間は河積の増減は小さく、前述したように浚渫で水深を確保するとともに、高水敷の整備が行われたことが裏付けられる。河口から10km地点までの様に浚渫直前の測量データは残っていないものの、11kmから上流も相当量の堆積量があったことが推測され、10km下流と同様の改修が行われたことが推測されるのである。

一方、Ｉ期改修区間で河口から20km地点より上流の新たに掘削された河道は200～300m幅の低水路であり、河口から20km地点までとは対象的に、目標流量5500m³/sを達成するために低水路を拡幅し河積を確保することが必要不可欠であった。浚渫した土砂は築堤や、堤内地の土地造成に活用された。**図-7**,**図-8**で、低水路拡大、河積増大の傾向がみられるが、**図-10** に示すとおり28km～36km地点、20km～23km地点付近で浚渫量以上の河積の増大がみてとれる。**表-2**に示したように6000m³/s以上の出水が頻発したS16～S25においては、この区間は、HWL以下の河積で2000m²～3000m²程度であったため、河積の大きい20km地点までとは対象的に、かなりの水面勾配をもって流れていたと推測され、河床低下が発生していたことが想定される。また33km上流では昭和30年代に「利根川下流部６大深掘れ」が報告されており、**図-10**において20km地点上流で浚渫量以上に河積の増大がみられるのは様々な理由が考えられる。**図-11**はS36～S47の浚渫土量と河積増減の関係図であるが、浚渫全体量は1805万m³でありうち1375万m³が20km上流で行われた。また、利根川河口堰の関連浚渫により18km～19.5km区間において270万m³の浚渫[2] が行われており、全体の９割の浚渫が

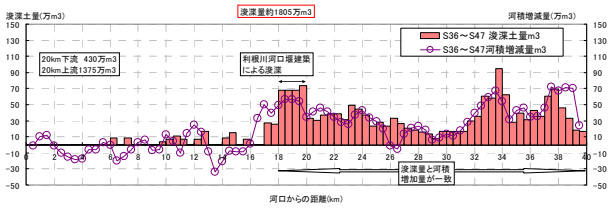

図-11 S36～S47　浚渫量と河積増減量の関係

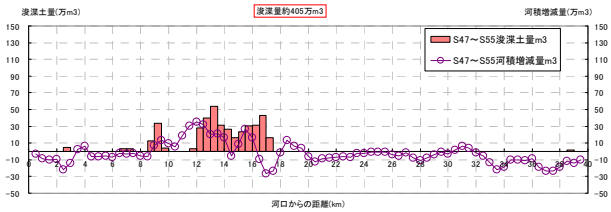

図-12　S47～S55　浚渫量と河積増減量の関係

概ね河口から18km地点より上流で行われた。S36～S47間の浚渫量と河積増加量はほぼ一致している。**図-12**は利根川河口堰竣工後のS47～S55の浚渫土量と河積増減の関係図であるが、浚渫は18km下流に限定されており、18km上流では河口堰竣工後から現在に至るまで大規模な浚渫は行われていない。

このように河口から20km地点を境として、上流側は河積の増大、下流は維持管理の観点から、高水敷を造成していった結果、河積、低水路共にアンバランスが解消されてきており、S55では①0.0km付近が、河口から40km地までで、低水路幅、河積とともに最小となった。

(2) S55～H22（工事実施基本計画策定から現在）

(a) 横断図からみた河道の特徴

①9.0km地点（**図-13**）、②22.0km地点（**図-14**）、２地点の横断を示す。

①9.0km地点では、S58～S61間に浚渫により、HWL以下の河積が4800m²から5500m²に増大した。H10には浚渫前と同等の河積へと戻っており、その後H22まで安定している。

②22.0km地点では、浚渫によりS61～H01間でHWL以下の河積は4100m² から4700m²に増大した。H22では概ね元の河積に戻っている。

(b) 低水路幅、河積の経年変化と浚渫量の関係

図-15はS55～H22間の低水路幅の経年変化縦断図であるが河口が一部延伸した以外、概ね大きな変化は無い。**図-16**はHWL以下の河積の経年変化縦断図で、浚渫の影響が河積に現れている箇所が見られる。**図-17**は浚渫量と河積増減量の関係図であるが、これによれば、8km～12km付近では約290万m³の浚渫を実施している。この区間の浚渫は**図-12**で述べた12km～18kmの浚渫から継続的に行われている浚渫である。**図-18**は**図-16** 8～14kmの拡大図であるが、S55時点に既に12km近辺に一部6000m²近い河積が表れているが、これはS47からの浚渫の効果で

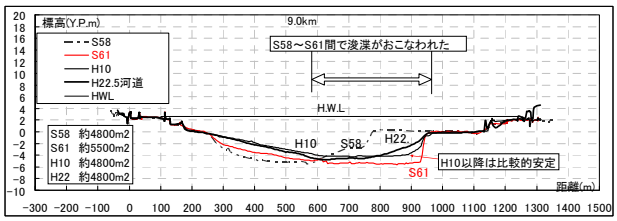

図-13　横断図の経年変化図　(①河口～9.0km地点)

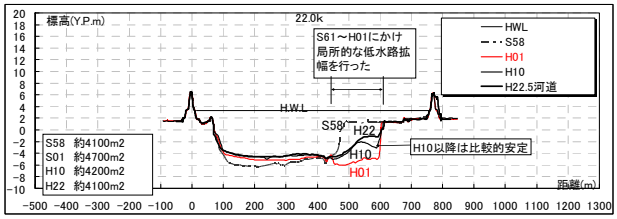

図-14　横断図の経年変化図　(②河口～22km地点)

図-15　S55～H22　低水路幅の経年変化

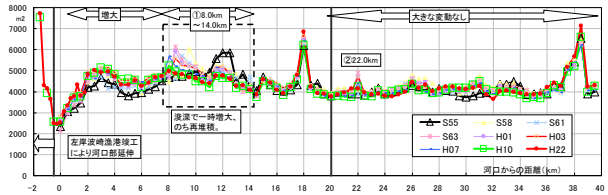

図-16　S55～H22　HWL以下の河積の経年変化

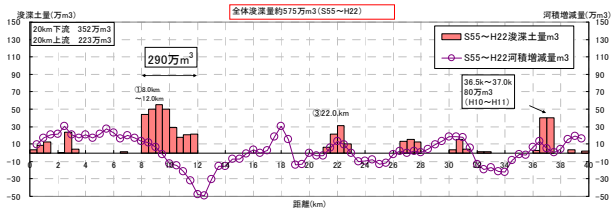

図-17　S55～H22　浚渫量と河積増減量の関係

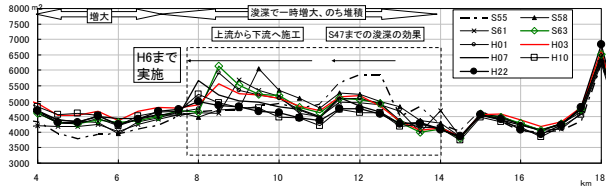

図-18 S55～H22 HWL以下の河積の経年変化（8～14km拡大図）

ある。S55以降も12km付近から順次下流に向かって概ね6000m²程度の河積の確保を目標に浚渫を行ってきたが、

下流工区を施工し所定の河積を確保したときには、以前の上流の浚渫箇所は元の河積に戻っている状況がみてとれる。ただし、浚渫前河積まで戻ると概ね安定し、8km～12km区間では4500m²程度の河積で落ち着いてきている。一方で、**図-17**によれば0km付近の浚渫は比較的良く維持されている。4km～8km区間は浚渫を実施していないにもかかわらず河積が増大している。22km地点では低水路が局所的に150m近く拡幅され河積も増大したが継続的な浚渫は行われず、元の河積へ戻りつつある。

(3) 流下能力と洪水時水位縦断の経年変化

図-19は、２．で述べた改修改訂計画目標流量である5500m³/sを流下させたときのそれぞれの年別の水位縦断図である。図によれば、河口から20km地点までは、(1)で述べた高水敷造成による河道整正で低水路幅が現在と概ね同等となったS36以降、水位の大きな変動はない。またS36は導流堤建設直後であるが、河口急縮部（0.0km～2.0km）でせき上げ現象はみられるが、概ねHWL以下の水位となっている。河口急縮部上流では、1/25000以下の著しく緩い水面勾配となっている。S55以降は、河口部（0.0km近辺）浚渫や4～8kmの河積の増大に伴い、わずかであるが、水位低下がみられ、それに伴い**図-20**にみられるように40km以下の区間の流下能力の向上がみられる。河口から20km地点より上流では各年代で流下能力の向上がみられ、河口堰が竣工したS47には、S24改修改訂計画の目標流量である5500m³/sは概ね達成されている。

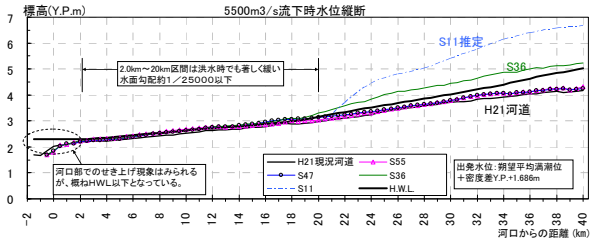

図-19　5500m³/流下時水位縦断図

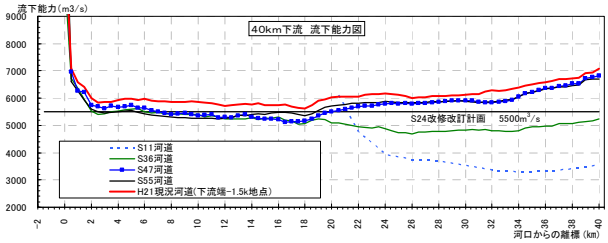

図-20 40km下流部流下能力図

浚渫を実施していないにもかかわらず河積が増大している、22km地点では、一旦河積は増大したが、数年後元に戻っていることがわかった。①8.0km～14.0km、②22.0kmのように、上下流の河積のバランスを著しく変動させる河積の確保は、短い期間で元の河積へと戻る。特に河口急縮部を除く20km地点までは(1)で述べたように、土砂堆積により維持管理に苦慮した区間でもあり、今後、河積の確保が必要な場合であっても、改修効果のみならず、施工順位までも含め、慎重な検討が必要である。

５．考察

利根川下流域の改修は、明治33年に着手され、河口から約20km地点より上流で、約250m程度の新河道を開削し、広範囲に分かれていた澪筋を統合する改修が進められた。河口から20km地点までは、もともと広大な水面をもち、海のような扱いができる流下能力の大きい区間であった。また、河口部においては、砂州の消長が著しく、洪水の流下に支障となり、港としての機能も制限されていたため、昭和23年から導流堤が建設された。浚渫を主に事業が進められ、その間、顕在化した塩害に対応するための利根川河口堰建設（18.5km地点）、利根川下流部六大深掘れの対応など行いながら、河口から40km地点まで浚渫を主とした低水路整備が行われた。河口部に急縮部があり、せき上げが起こっているが、S47頃には、概ねHWL以下で5500m³/sが流下可能だった。現在、利根川下流域は、昭和55年の工事実施基本計画8000m³/sから平成18年の基本方針9500m³/sへと、さらなる流下能力の向上が求められている。S55以降の浚渫効果を検証すると、0km付近の浚渫は比較的よく維持されており、4km～8km区間は

６．おわりに

我が国の河川では、長年にわたって治水事業が行われてきたが、多くの河川では、経年的な事業の効果を十分に把握することなく続けてきたように思う。今後の社会資本整備を進めていく上では、事業の政策評価が欠かせない。利根川下流域で長年にわたって行われてきた浚渫を中心とする河川事業の効果は、十分とはいえないまでも検討しえたことは、意味のあることと考える。これはまた、河川整備計画で浚渫を必要としている多くの河川の事業の実効性、政策の必要性を考える上で、一つの判断材料を与えるものである。

参考文献

1)-土木と利水-　第十二巻　第八号　利根川増補計書（七）
27P　28P　富永正義
2)利根川河口堰工事誌　250P

(2011.5.19受付)