

# 明治以来の利根川改修による河道の変化と その要因の水工学分析

CHANGES OF TONEGAWA RIVER CHANNEL BY RIVER IMPROVEMENT SINCE THE MEIJI ERA AND HYDROSCIENCE AND HYDRAULIC ENGINEERING ANALYSIS ON ITS FACTOR

白井 勝二<sup>1</sup>、福岡 捷二

<sup>1</sup>正会員 財団法人渡良瀬遊水地アクリメーション振興財団 専務理事 (〒323-1104 栃木県下都賀郡藤岡町大字藤岡 1778)

<sup>2</sup>フェロー会員 Ph. D. 工博 中央大学研究開発機構教授 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27)

The Tonegawa river is the largest river in JAPAN. The river channel has been improved from the MEIJI era for protecting the people from the flood and for maintaining the navigation route for the cargo shipment.

We have clarified the historical flood that had greatly influenced on the formation of present river channel. The idea on the planned river improvement based on that historical flood and the progress of this improvement have also been clarified. This paper has shown the process of the Tonegawa river channel formation and indicated one of the directions of future river improvement.

**Key word:** Change in the Tonegawa river channel, river improvement works, historical foods, hydraulic consideration, river management

## 1. はじめに

利根川の河道改修が本格的に始まったのは、明治以降であるが、その当初は舟運路としての整備で、高水対策が本格的に始められたのは明治33年からである。本研究は、主に取手から上流の河道改修を中心に河道の変化を分析した。この区間は明治43年の洪水により甚大被害を受け、連続堤防方式による本格的改修が始まり河道は大きく変化した。その後も、昭和22年のカスリーン洪水で未曾有の被害を受け大幅に河積の拡大が図られた。

## 2. 明治時代の改修と河道の変化

利根川で本格的に改修が始まったのは、明治に入ってからで、近代化を進める新政府は、土木技術においても、外国からのお雇い工師を招いて、その技術の導入を図った。利根川には、明治5年にオランダからファン・ドールンとリンドウが招聘され、4月から利根川改修計画を立案するため、利根川全川を踏査するとともに、水利状況を把握するため、利根川、江戸川に量水標を設置した。

利根川の量水標は、渡良瀬川が合流する中田、逆川から江戸川を分派する境町、小貝川が合流する布川、石納、賀村及び最下流飯沼である。その他、江戸川で今上、湊新田、堀江を3箇所と、新利根川筋上須田に設置された<sup>1)</sup>(図-1)。

これらは我が国最初の量水標であり、従来の経験的な工事を脱却して科学的な河道計画を立てるのに必要なデータの蓄積が始められた。

その後、上流の妻沼には明治11年、八斗島は明治16

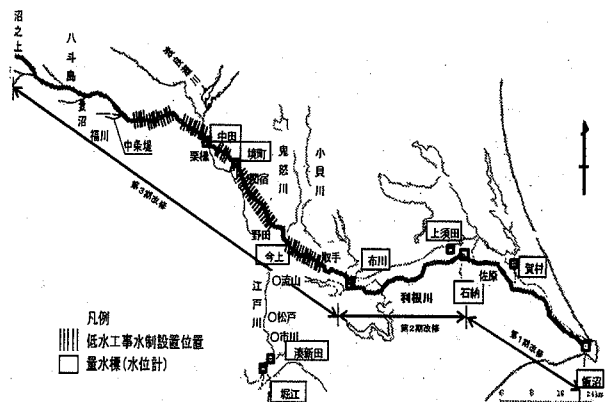


図-1 低水工事水制設置位置

年、栗橋は明治45年に量水標が設置され観測が始まった<sup>2)</sup>。

利根川の測量は明治16年より始まり18年までに妻沼町より銚子間の1/2000測量が完成した。明治18年7月洪水では、全川にわたる流量観測が行われ利根川の流下能力、氾濫実態の全容が把握された。この洪水でも至る所で氾濫したが、妻沼において136,000個/秒(3,170 m<sup>3</sup>/s)、境地先下流で90,000個/秒(2,100 m<sup>3</sup>/s)、を観測した<sup>3)</sup>。これらをもとに、明治19年4月以て「利根川(自妻沼至海)改修計画書」の策定を行った。

この計画をもとに、明治20年からは計画的に舟運路確保の低水工事が進められた。その内容は、お雇い工師指導の長大なケレップ水制設置による低水路整備であった<sup>4)</sup>

明治20年代には、度重なる洪水により高水対策が求められ、明治29年には河川法が発令された。この年、利根川は大洪水となり甚大な被害を受け、明治33年より利根川改修第1期として佐原から河口までの区間の改修に着手された。

この計画での計画流量は、中田において実測された、明治18、23、27、29、30年の5洪水のうち1番小さい30年洪水を除いた4洪水の平均値に近い135,000立方尺/秒(3,150 m<sup>3</sup>/s)を採用している。

この時代に於ける河川改修規模は、基本的には観測最大洪水を対象としているが、改修規模は財政的な事情もあって、必ずしも既往最大の洪水を対象としていない。

この利根川改修計画では、上流の芝根村から河口までの利根川本川約51里(204km)の間を改修することになっているが、取手より上流の計画高水流量は妻沼から江戸川分派点間135,000立方尺/秒(3,750 m<sup>3</sup>/s)、江戸川への分派する量が35,000立方尺/秒(970 m<sup>3</sup>/s)で、江戸川分派から鬼怒川合流点間は100,000立方尺/秒(2,780 m<sup>3</sup>/s)、これより下流がまた135,000立方尺/秒(3,750 m<sup>3</sup>/s)となっている。

この時の堤防の高さを決める計画高水位は、平均低水位に於いて15尺(4.5m)から18尺(5.4m)の水深を保ち、堤防の高さは計画高水位以上1.5m、馬踏5.5mとなっている。

なお、明治31年近藤仙太郎作成の「利根川高水工事計画意見書」の中で、堤防法線幅決定にあたり計画に用いられた妻沼水標近傍の40/18の平均深は17.3尺(5.24m)、中田水標近傍36/0の平均深は19.5尺(5.91m)となっている。これは、明治20年代後半の洪水時の最高水深程度となっている(表-2)。

ここで明治31年の「利根川高水工事計画意見書」で河道計画の考え方を確認すると、以下のとおりである。川幅の算出は各区間の河川勾配及び水深を用いて流量に応じた川幅を決めている。実計算では、安食から妻沼間の堤防幅を決めるには高水流量をもとに低水路、中水路、堤外地(高水敷)の3つの部分に分割している。川幅算出は、低水路と中水路の流量を算出して予定の高水流量から差し引き、残った流量を堤外地(高水敷)の水深、流速を用いて川幅を算出している。必要川幅は、堤外地幅に低水路及び中水路の幅を加えて総幅とし、現地の堤防幅と照らし合わせて、区間毎に堤防法線幅を決定している(表-2)。

また、工事計画意見書の中では、計画流量と共に計画高水位及び余裕高という言葉が使用されている。

意見書には現況川幅の他必要河道幅を烏川から妻沼間を1,400尺(424.2m)、妻沼から渡良瀬川合流点中田間は1,500尺(454.5m)(図-2)、赤堀川大山1,700尺(515.1m)から三ツ堀2,000尺(606m)拡大するように記されている。

また、整備にあたっては、流水の連続性による舟運路

表-1 明治31年までの主な洪水の各観測所最高水位(水深) 9

地点名	中田	関宿	布川	妻沼
創立年月日	明治5年6月23日	明治6年3月22日	明治5年6月18日	明治11年12月8日
平均低水位	零 1.45	零 1.3	零 2.7	零 2.3
明治9.9	15.70	15.00	19.10	
明治11.9	15.80	14.80	19.30	
明治15.10	15.50	15.20	18.50	15.50
明治17.9	15.50	13.65	16.20	14.00
明治18.7	16.00	15.70	19.35	16.10
明治22.9	17.30	15.80	18.70	15.80
明治23.8	19.00	16.80	20.20	17.40
明治25.7	16.50	15.40	19.70	14.00
明治27.7	18.90	16.90	20.20	15.80
明治29.9	19.10	17.90	22.30	16.05
明治30.9	17.80	16.70	19.10	15.85
明治31.9	19.15	16.70	21.90	18.80

・中田の零点高YP+40, 577尺(+12, 296m)

HWL YP+60. 8尺(+18. 422m) 明治44年計画

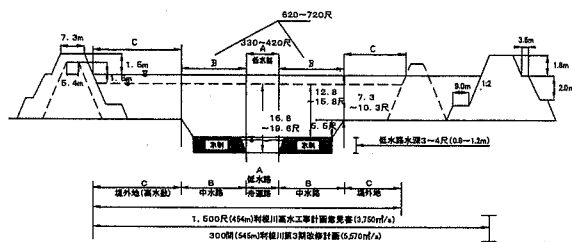


図-2 利根川高水計画意見書の計画横断面形と

利根川第3期改修計画横断面形

の確保となるよう川幅の5倍より大きい曲率半径とし、曲線の接続部には川幅の2倍の直線を導入するとともに直線部の幅より5分から2割5分広くするとされている。これに基づき堤防は、可能な限り旧堤防を利用した法線計画とし、高さは、最高水面(計画高水位)より3尺(0.9m)から5尺(1.5m)高くすることとしている。低水路には、水制を設置し、3から4尺(0.9mから1.2m)の水深を確保し舟運路とした。低水路幅は安食から鬼怒川合流間は400尺(121m)から500尺(152m)、鬼怒川合流点から境間は300尺(91m)から360尺(109m)、境から妻沼間は約400尺(121m)となっている。なお、この低水工事による低水路計画は第三期利根川改修工事においても踏襲され、水制が配置された。

取手より上流における水制設置は、大きく4地区(図-1)で行われた。まずは川俣から合の川の締切区間である。この区間では、明治9年に民間の蒸気船の運航が計画され、水深の実測が行われたが、浅瀬が多く、到底蒸気船の航行には適さないため浚渫が必要で、早期に低水路工事を行う必要がある所であった。明治17年迅速図には、計画的に設置された水制が記入されていてこの地先より水制設置が行われていたことが明らかである。その下流の渡良瀬川合流点上流新川通地先から権現堂分派下

表-2 利根川高水工事意見書の法線計算

丁杭	水面勾配 S	低水路						中水路						堤外地						総幅	實地堤防間距離	採用すべき幅
		平均深	平均幅	面積	動水平均深	速度	流量	平均深	平均幅	面積	動水平均深	速度	流量	平均深	平均幅	面積	動水平均深	速度	流量			
自 妻沼 至 渡良瀬川口 流量=135,000立方尺																						
44 16	.0003841	16.6	330	5,540	16.5	7.73	42,700	12.8	670	8,580	12.6	6.55	56,200	7.8	4.79	7,520	36,100	965	1,965	1,500		
44 0	.0004227	17.8	330	5,870	17.5	8.38	49,000	13.8	670	9,250	13.6	7.20	66,700	8.8	5.45	3,540	19,300	409	1,403	1,500		
43 18	.0006235	18.0	380	6,850	17.7	10.26	70,200	14.0	620	8,680	13.8	8.86	76,800		8.86	1,352	-12,000	-77	903	1,500		
43 0	.0006235	16.8	380	6,360	16.5	8.85	62,800	12.8	620	7,920	12.6	8.75	69,300	7.8	6.11	474	2,900	61	1,061	1,500		
42 10	.0006432	18.2	380	6,910	17.9	10.52	72,800	14.2	620	8,800	14.0	9.08	79,800		9.08	1,940	-17,600	-136	864	2,820	1,500	
42 0	.0002721	17.1	420	7,190	16.8	6.58	47,100	19.1	680	8,910	12.9	5.59	49,700	8.1	4.19	9,260	38,200	1,142	2,242	2,090	1,500	
41 18	.0003398	17.1	420	7,190	16.8	7.32	52,600	19.1	680	8,910	12.9	6.25	55,700	8.1	4.61	5,780	26,700	713	1,813	2,255	1,500	
41 0	.0003398	17.5	400	7,000	17.2	8.24	57,600	13.5	800	10,800	13.3	6.35	68,700	8.5	4.78	1,820	8,700	214	1,414	2,715	1,500	
40 18	.0004824	17.3	400	6,910	17.0	8.80	60,800	13.3	800	10,620	13.1	7.52	80,000		7.52	771	-5,800	-58	1,142	1,750	1,500	
40 0	.0003701	17.5	400	7,000	17.2	8.40	59,000	13.5	800	10,800	13.3	6.62	71,500	8.5	4.97	907	4,500	107	1,307	1,900	1,500	
39 18	.0003029	17.9	400	7,170	17.6	7.12	51,000	13.9	800	11,100	13.7	6.13	68,900	8.9	4.64	3,380	15,700	380	1,580	1,500	1,500	
39 0	.0009763	17.6	410	7,210	17.3	12.68	91,300	13.3	790	10,500	13.1	10.68	102,200		10.68	6,430	-68,500	-483	717	1,185	1,500	
38 18	.0001420	17.3	410	7,090	17.0	4.77	33,700	13.0	790	10,300	12.8	4.02	41,400	8.0	2.96	20,200	59,900	2,520	3,720	2,050	1,500	
38 0	.0002415	18.6	410	7,620	18.3	6.52	49,700	14.8	790	11,300	14.1	5.59	63,200	9.3	4.28	5,140	22,100	552	1,752	2,460	1,500	
37 18	.0004583	18.9	400	7,560	18.5	9.05	6,820	14.6	700	10,200	14.4	7.78	77,300		7.78	1,610	-12,500	112	1,212	1,320	1,500	
37 0	.0002295	19.1	400	7,690	18.8	6.48	49,400	14.8	700	10,400	14.6	5.56	57,800	9.8	4.39	6,410	27,800	655	1,755	1,790	1,500	
36 18	.0002295	19.6	400	7,840	19.8	6.57	51,500	15.3	700	10,700	15.1	5.67	60,800	10.3	4.47	5,080	22,700	493	1,593	1,920	1,500	

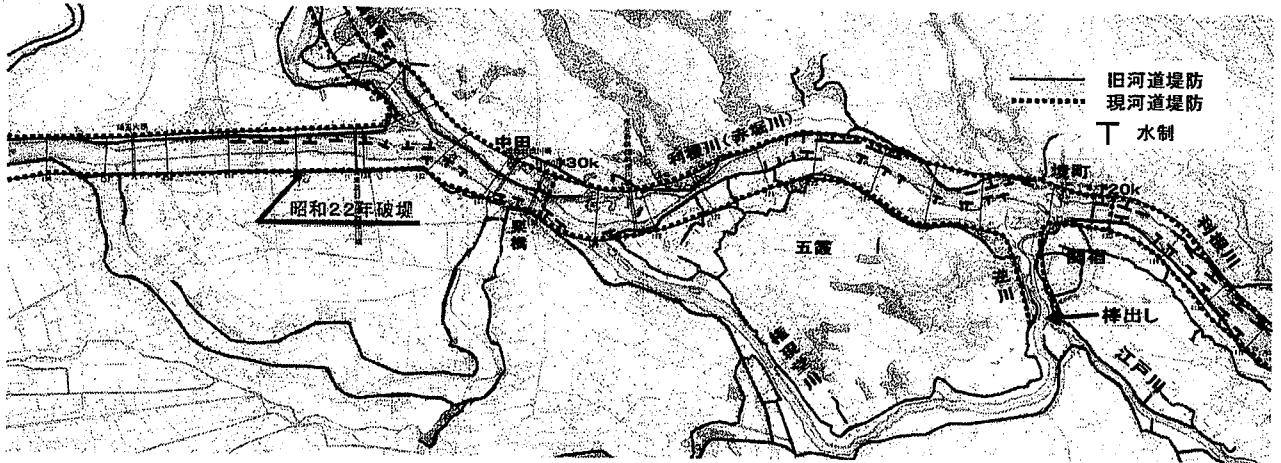


図-3 栗橋付近利根川流路 出典：利根川上流管内迅速図 (利根川上流河川事務所)

流の赤堀川までの間は、左岸より流入する渡良瀬川のスムーズな合流のための背割堤の構築と渡良瀬川合流直下流の利根川鉄橋の設置など治水的にも問題視されていた所で舟運路の安定のために水制設置が必要であった(図-1、図-3)。

赤堀川、権現堂川、逆川は利根川における注目すべき所である。古来より、権現堂堤はその破堤により江戸まで氾濫流が達する所で、赤堀川の拡幅などが叫ばれていたところでもあるが、分派による平常水量の減少は舟運に大きく影響するとともに境町地先には大きな洲があり、この地の安定化は利根川舟運路にとっても最も重要な所であり多くの水制により低水路の維持が行われた(図-3)。

その下流では、鬼怒川が利根川本流にほぼ直角に合流しており、土砂の流入による舟運への影響も大きな所であった。また、明治23年には、利根川と江戸川を結ぶ利根運河が開削され利根川口は、水制による低水路の安定化が望まれており、明治32年には、すでにそれ以前に設置された長大な水制に対して修繕が行われている。

### 3. 明治43年洪水後の計画の改定と施工

利根川は、明治33年より妻沼以下河口に至る高水流量を135,000立方尺/秒(3,750 m³/s)と定め、改修に着手したが、明治43年に大洪水に見舞われ、利根川全川の治水計画を見直すことになった。

計画高水流量は、上流において135,000立方尺/秒(3,750 m³/s)から20万立方尺/秒(5,570 m³/s)に改めるとともに、この中の80,000立方尺/秒(2,230 m³/s)を江戸川に分派し、残りの120,000立方尺/秒(3,340 m³/s)を中利根川に流下させ、これに鬼怒川から合流する35,000立方尺/秒(970 m³/s)を加えて、下流においても155,000立方尺/秒(4,310 m³/s)を流すよう改定された。

この改定にあたっては、第1期工事は既に竣工し、第2期は土地買収を終了し、施工中であり、この河幅の拡張を以って計画改正を行うのは再移転や改修費増大となり得策でないため、江戸川の改修により、80,000立方尺/秒(2,230 m³/s)を分派することにより、第1期、第2期の区間は既定流量135,000立方尺(3,750 m³/s)に

20,000 立方尺/秒 (560 m<sup>3</sup>/s) の増加で対応することができた。この増量に対応するには、堤防に1尺 (0.3m) から3尺 (0.9m) の嵩置を行うことで足りることが確認できた。

また、明治43年に栗橋では250,000立方尺 (7,000 m<sup>3</sup>/s) の流量が観測された。これに対して川幅を1,800尺 (545m) に拡幅する計画では全川を通して計画高水位以上約3尺 (0.9m) 増の高さとなった。このため第3期計画では川俣地先より上流は計画高水位以上6尺 (1.8m)、川俣下流には5尺 (1.5m) の余裕高とした<sup>9)</sup>。

これにより、明治43年洪水時規模に対しては、改修後は堤端以下2尺 (0.6m) から3尺 (0.9m) を保ち流下することができた。また、施工時には、残土を利用し堤防の余裕高は計画以上の、一様に8尺 (2.4m) に高めて施工した。

小山川、早川及び石田川など利根川との合流点には逆流堤を設けて、遊水機能を確保するとともに、沼之上から赤岩間は、堤防法線間隔1,800尺 (545m) の両側におのおの600尺 (182m) の堤外遊水池を設け大洪水に対応するものとした。

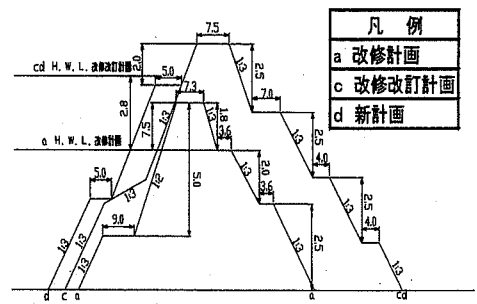
河道計画は、従来の治水の要であった中条堤 (遊水機能) を廃止し、上流部から現堤を生かしつつ福川下流の川幅を最低300間 (545m) を確保するよう計画され連続堤防による洪水処理計画とされた。これにより159kmより上流の無堤、霞堤区間や権現堂川分派点下流の川幅の狭い区域 (図-3) はほぼ全川にわたり引堤、新堤防となり、その他の中流部は旧堤を利用した拡築も多くあり全体では新堤防が65%、旧堤拡築24%、無堤 (山付部) 11%となった<sup>9)</sup>。この中では、江戸川の分流量を増大させるため「棒出し」も撤去された。また、支川渡良瀬川、思川の洪水処理のために、渡良瀬遊水地が計画された。

なお、堤防断面は、馬踏の幅員3間 (5.4m) から4間 (7.3m) とし、法勾配は表裏2割から3割方として、表裏の一方あるいは、双方に小段を設けるものとした (図-4)。

その他、主な改修は、支川烏川、渡良瀬川及び鬼怒川の合流部には背割堤を築造し、福川には樋門を築造した。島村、前小屋等の乱流部には、新たに河道を定め、赤堀川、逆川の川幅拡張、権現堂川の締切、境町地先の奇洲掘削、矢作地先の引堤、鬼怒川合流点の大屈曲部には、新たに直線の河道とした。

工事は、明治44年から昭和5年までの築堤土量は約2,812万m<sup>3</sup>、掘削・浚渫土量4,610万m<sup>3</sup>、護岸水制延長109,500mとなった<sup>9)</sup>。

低水路内は、従前舟運路として整備が行われてきた長大な水制を生かし、舟運路としての機能も確保するため、その補強を行うとともに新たに掘削、締切による補強が必要となった箇所などにも護岸・水制が設置された。なお、水制は、従来のケレップ水制から透過性で土砂の堆積効果及び施工性・維持管理の容易な杭打上置水制や合掌棒が用いられた<sup>7)</sup>。



注: 改修計画 明治43年の洪水による (流量5,570m<sup>3</sup>/s)  
改修改訂計画 昭和22年の洪水による (流量14,000m<sup>3</sup>/s)  
昭和55年新計画 昭和22年の洪水等 (流量17,000m<sup>3</sup>/s)  
(但し流量は栗橋地先における計画高水流量)

図-4 利根川上流堤防変遷標準計画横断面図

#### 4. 昭和22年9月カスリーン台風以降の流量改定と改修による河道の変化

戦後の昭和22年9月カスリーン台風による洪水に見舞われ利根川流域では各地で甚大な被災を受けた。

利根川本川は、計画高水位を全川で上回り、栗橋の水位は急激に上昇し、16日0時20分には、最高水位9.17mに達し、計画高水位を1.62m上回った。ほぼこの時刻に直上流の東村 (現・大利根町) 新川通地先の右堤防が破堤し、その氾濫流は東京まで達する甚大な被害であった。

また、観測所における実測流量は、川俣で14,400 m<sup>3</sup>/s、栗橋 (推定) で13,000 m<sup>3</sup>/sとなり、既往最大及び計画高水流量を超える記録となった。

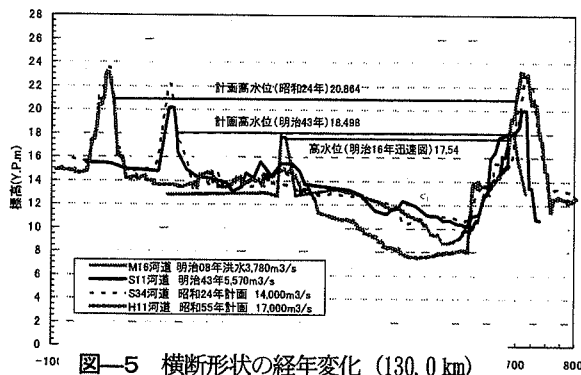
この洪水を受け八斗島の基本高水流量を17,000 m<sup>3</sup>/sと決定した。この流量を河道のみで流下させる場合、八斗島より下流の利根川本川、派川とも大幅な河道拡幅が必要となり、膨大な費用を要することとなることから、上流にダムを築造し、これにより烏川合流点における流量を3,000 m<sup>3</sup>/s 減少させ14,000 m<sup>3</sup>/sの河道整備とした<sup>9)</sup>。

利根川上流 (取手から沼之上) では、全区間にわたり洪水の安全な流下を図るべく、堤防の拡幅、掘削、浚渫、水衝部の護岸水制等実施する事とした。特に上流部については、川幅はほぼ現状のままとし、中流部の昭和橋から江戸川分派点に至る間については、川幅狭小のため、左右岸の大幅な引き堤を行うとともに舟運の役目も終えた低水路の浚渫による河積の拡大を図るものとした。江戸川分派点から下流部については、川幅をほぼ現状のままとし、裏腹付けによる堤防の拡幅、嵩上を行う計画とした。

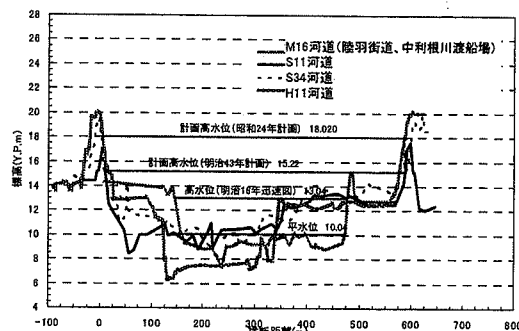
特に、利根川中流部の昭和橋から下流延長約23kmについては、川幅狭小で流下能力不足のため、川幅620mから640mを確保すべく右岸羽生・千代田地先、五霞村地先、左岸では利島・川辺地先、新郷村地先のそれぞれの引き堤が計画され、利根川の5大引き堤工事と言われた。天端は天端幅を7.5m、余裕高を2.0mとし、表法は2割5分、天端より5.0mから6m下りの位置に幅10.0mの

表—3 河道諸元と流量及び河岸保護工

	栗橋流量	121km(栗橋)		中間宿 流量	121km(関宿～境)		河岸保護工(水制)等	目的
		水深	河積		水深	河積		
明治18年治水	3,780m <sup>3</sup> /s	(明治16年) 8.20m	2,150m <sup>3</sup>	1,940m <sup>3</sup> /s	(明治16年) 4.15m	1,230m <sup>3</sup>	ケレップ水制	舟運 高水対策
明治43年計画	5,570m <sup>3</sup> /s	(昭和11年) 8.20m	2,740m <sup>3</sup>	3,340m <sup>3</sup> /s	(昭和11年) 6.30m	2,230m <sup>3</sup>	杭打上置工、合掌枠	
昭和24年計画	14,000m <sup>3</sup> /s	(昭和34年) 9.80m	5,120m <sup>3</sup>	9,000m <sup>3</sup> /s	(昭和35年) 9.30m	3,590m <sup>3</sup>	杭打水制	
昭和55年計画	17,000m <sup>3</sup> /s	(平成11年) 12.80m	5,990m <sup>3</sup>	11,000m <sup>3</sup> /s	(平成11年) 13.30m	4,160m <sup>3</sup>	コンクリートブロック	



図—5 横断形状の経年変化 (130.0 km)



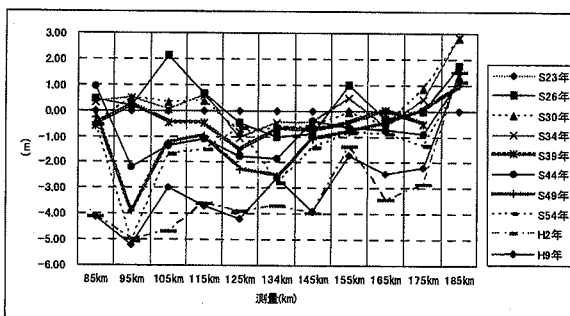
図—6 横断形状の経年変化 (121.0 km)

表小段を設け、これより下の法勾配を3割とし、川裏は2割勾配で天端より2.5m下りの位置に幅7.0mの小段を設け、以下の法勾配を3割とし2.5m下り毎に4.0mの小段を設けた(図-4)。

護岸水制については流量の増大とともにコンクリート製品等を用いるようになり、堤防保護のため高水敷がない水衝部などに60~80mの短い水制が施工された。根固工は、沈床工からコンクリートブロックとなり外力に耐えるとともに耐久性にも勝れたものに改良されていった。また、昭和30年以降の流域の開発は著しく、降雨時の出水状況も著しく変化してきたことや、下流部の氾濫予想区域では、著しい人口、資産の増大となり、治水安全度の向上の必要性が叫ばれ昭和55年には、昭和22年の降雨処理を考慮し全国的なレベルの洪水確率1/200の安全を確保するように改定した。その内容は八斗島において基本高水流量を22,000 m<sup>3</sup>/sとし、このうち上流ダム群により、6,000 m<sup>3</sup>/sを調節して、河道で16,000 m<sup>3</sup>/sを処理するものとした。河道改修は、明治改修以来数度にわたり引堤工事が行われ築堤は概成している。流域の土地利用の高度化が進んでいることから、もはや、大幅な引堤や嵩上げは行わず、河道内を掘削、浚渫することで対処することとした。また、平成18年2月には、新河川法に伴い利根川水系河川整備基本方針が策定された。この中では、現況の河道の安全状況を踏まえ、洪水をできるだけ河道で分担し、処理するものとし、八斗島の計画高水流量を16,500 m<sup>3</sup>/sとし、洪水調節施設は利水容量と治水容量の振り替えを含むダム群の再編と嵩上げ及び既存調節施設の機能向上を図ることとされている。

### 5. 改修による河道の変化とその要因

明治からの河道の変遷や縦・横断形状の変化を見ると、



図—7 昭和23年平均河床高に対する変動

表—4 妻沼から鬼怒川合流までの平均川幅及び低水路幅

		(単位:m)		
		明治42年	昭和34年	平成6年
川幅	妻沼～川俣合流	555	740	760
	川俣合流～江戸川分派	574	640	690
	江戸川分派～鬼怒川合流	460	582	597
低水路幅	妻沼～川俣合流	430	460	460
	川俣合流～江戸川分派	320	320	402
	江戸川分派～鬼怒川合流	280	240	269

大きな洪水により被害を受けた後や流域の開発による流出の増大と氾濫源の被害ポテンシャルの増大などで計画が見直され強化され、河道の拡幅等の改修が行われてきた。利根川の河道の変化を見ると、水位では栗橋地先で、明治16年迅速図添付の横断面図では、高水位は17.54mで、明治44年の改定改修計画では、計画高水位18.498m、カスリーン洪水後の改定計画では、20.88mと高くなっている。これにともない堤防の嵩上げ拡幅がなされてきた。

また、各年代の区間別の川幅及び低水路幅は、表-4のとおりで、川幅は流量の増大とともに、引堤が行われ拡幅されている。

一方、低水路は、洪水により滲筋が変化している所もあるが、平均的には大きな変化はないが近年、川俣より下流では、中州の発達により低水路が拡幅してきているところもある。低水路は昭和30年までは河床は上昇気味で各取水施設では、水路などの土砂撤去が毎年行われていた。しかし、昭和22年9月洪水以降は多量の流送土砂をもたらすような出水がなかったことや昭和30年頃より、砂利の採取や流下能力向上のため河道掘削、浚渫が行われた。さらに、昭和40年代に入ると上流部の砂防、ダムの整備などによる供給土砂の減少と併せて利根川では中流120kmから150kmでは広域地盤沈下なども生じたことから、昭和20年頃と比較すると平均3~5m程度の河床低下が生じている(図-5、6、7)。

河道定期横断測量図や人為的掘削量等の変化から昭和30年(1955)から平成13年(2001)までの河床変動量を見ると昭和35年から45年の変化が著しいことがわかる。この時期は、大規模な河道改修が行われた時期であるが昭和30年から60年の30年間では約8,700万 $m^3$ 河道内の土砂量の減少で年平均で見ると約290万 $m^3$ の減少し、全区間にわたり河床低下傾向になっている。

近年の平成3年から13年の10カ年の河床変動量を見ると240万 $m^3$ の減少で、年平均では24万 $m^3$ で、近年は変動が減少傾向である。

河床低下量を要因別に見ると平成13年では、人工掘削19%、砂利採取24%、地盤沈下18%、自然河床低下等が39%となっている。近年は、地盤沈下及び河道内掘削等は減少しており、著しい河積の変化は生じていない(図-8)。

なお、利根大堰下流の複断面化している河道では、従前の杭打上置水制による土砂堆積と水制による河岸保護機能が働き、低水路のみ、河床低下が生じ、水深が増大し洪水時の低水路への負担の増大となり、さらに河床洗掘が生じている<sup>9)</sup>。

これにともなう変化を利根川栗橋(130km)と境(121km)地先で明治18年洪水と昭和55年の高水計画流量を比較すると、4.5倍で河積では2.7~3.4倍で(表-3、図-5、6)水深、流速の増加もあり堤防や河岸にかかる破壊力も大きくなった。これに対し護岸水制も自然材からコンクリート製品と強固なものへと変化してきた(表-3)。

## 6. とりまとめ

広大で自然に形成されたように見える利根川であるが、現在のような河川形状になったのは、長い年月にわたり、行われた河川改修や自然現象などによるものである。

時代や社会の変化の中で流域の安全度向上のため周辺地域への影響を少なくし、旧堤防を有効にいかした河道

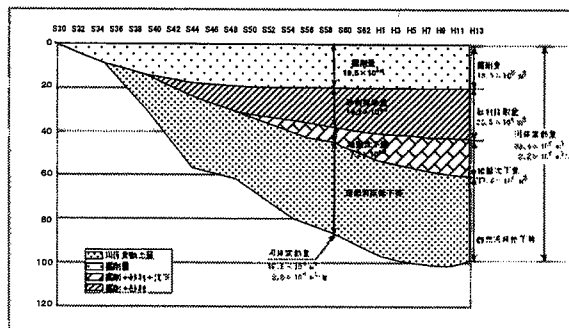


図-8 利根川河床変動要因

整備や遊水地、ダムなど洪水調節施設等を効率的に配置した計画を行い施設整備が行われてきたことを明確にした。また、その中で河道の形成過程を明確にするため明治以来の河道計画の考え方や河道改修による変遷を明確にした。

河道形状の変化要因である河川工事、土砂掘削及び上流よりの供給土砂減少による河床低下なども明確にした。

また、河道形成にあたり、利根川は古くから水制が施工され、それらも河道形成に大きく関わって、しかも自然環境と調和した河岸の保全及び安定した河道断面を形成してきたことも明らかにした。

本論文は、長期的な川の変化を明確にしてきたが、今後の河川整備や河川管理においても従前の河道の変化等十分に参考にした川づくりが重要である。本研究は、そのためにも大きな意義があると思われる。

## 参考文献

- 1) 中川吉造: 利根川改修沿革考(明治年間)、内務省東京土木出張所、昭和3年
- 2) 関東地方整備局河川部河川管理課: 水理水文観測所一覽表、平成17年4月
- 3) 中川吉造: 利根川改修工事、土木と利水第3巻、1930.11
- 4) 白井勝二、福岡捷二: 利根川における護岸・水制の変遷とその今日的役割、土木学会論文集、2001
- 5) 近藤仙太郎: 利根川高水工事計画意見書
- 6) 池森美次: 利根川汽船航路案内、明治43年4月、非賣品
- 7) 白井勝二: 利根川の変遷と護岸・水制、水利科学No.280 2004.12
- 8) 建設省関東地方建設局: 利根川百年史、明治43年洪水後の計画の改定、昭和62年11月
- 9) 白井勝二、福岡捷二: 利根川河道の形成に果たした水制の役割、河川技術論文集第9巻、土木学会水工学委員会、2003.6

(2006.4.6受付)