

江戸時代の水管理技術

誌名	水利科学
ISSN	00394858
巻/号	358
掲載ページ	p. 41-52
発行年月	2017年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



江戸時代の水管理技術

末 次 忠 司

目 次

- I. 背景と概要
- II. 江戸時代の水害
- III. 江戸時代の治水技術
- IV. 江戸時代の洪水対応技術
- V. 江戸時代の上下水道技術
- VI. その他の水管理技術
- VII. 現代でも参考となる考え方・技術

要旨

江戸時代は様々な分野で技術革新が図られ、水管理技術についてみても、すぐれた発想や技術に基づいた水管理が行われた時代であった。例えば、成富兵庫の嘉瀬川治水システム、伊奈氏の利根川東遷事業などは流域スケールからのすぐれた治水システムであったし、吉野川など各地で行われた水害防備林による治水は特筆でき、現在でも機能している。上水では玉川上水や神田上水が完成され、江戸の給水人口は世界最大となったほか、下水道整備やリサイクル（古着、排泄物など）も行われた。また、埋め立てによるデルタ造成等に伴う新田開発も盛んに行われ、石高も倍増した。このように、当時の水害、治水技術、洪水対応技術などをはじめとする江戸時代のすぐれた水管理技術を調べて、水管理に関する経験や実績より、現代でも有効な考え方や技術を整理・分析した。

キーワード：江戸時代、水管理、水害、治水、上下水道

（山梨大学大学院 総合研究部工学域土木環境工学系教授）

I. 背景と概要

現在の水管理（洪水防御，上下水道など）は，過去の知見や経験を踏まえて，発達した科学技術を駆使して行われている。しかし，過去に遡って江戸時代の水管理を見てみても，すぐれた発想や技術に基づいた水管理が行われていた。そこで，当時の水害，治水技術，洪水対応技術などを調べて，水管理に関する経験や実績の中で，現代でも有効な考え方や技術を整理・分析することとした。

江戸時代は初期と末期で比較すると，耕地面積が2万 km²→3万 km²に増大するなど，新田開発（河道付替後の旧川敷を利用した新田開発が多く，特に武蔵・常陸・下野国*で石高が倍増した¹⁾）により沖積平野の水田化が進み，人口も1.2千万人→3.2千万人に増加した。明治以前ではこの人口増加は爆発的であるが，1720（享保5）年には既に3千万人に達しており，その後は耕地面積が増えず（食料が増産されず），産児制限が行われ，ほぼ横ばいであった。また，徳川幕府による領地が全国の1/4におよぶなど，幕府の支配体制が強化され，身分制度が徹底されるとともに，武士は武家諸法度で取り締まられた。水管理では洪水防御のための利根川東遷事業の他，神田上水や玉川上水などが整備され，下水道整備やリサイクル（古着，排泄物など）も行われた時代であった。

*それぞれが現在の埼玉・東京など，茨城，栃木に相当する

II. 江戸時代の水害

東京市史稿 変災篇²⁾を見ると，江戸時代には江戸で181件の水害が発生している。安永～天明の18年間（1772～1789年）には10年間で17件の水害が発生している期間もあるほどであった。江戸時代の大洪水として，表1に江戸で発生した三大洪水による被災概要を示した。寛保・天明の洪水は利根川・荒川の洪水に加え，神田川・赤羽川（現在の古川）などの洪水も影響したが，弘化の洪水は利根川・荒川の洪水だけが影響した。特に浅間山噴火（1783〈天明3〉年）の影響もあった天明の洪水では，江戸で大きな浸水深の水害となった。なお，全国規模の水害で見ると，1856（安政3）年9月の大風災*では関東地方

表1 江戸の三大洪水による被災概要³⁾

洪水名 発生年月	洪水被害の概要
寛保の洪水 1742(寛保2)年 8～9月	関東・信州地方で水害が発生し、全国で1万人以上が死亡した。利根川の破堤氾濫により、本所・浅草・下谷一帯だけで900名以上の溺死者が出た。江戸の浸水深は0.3～4.5mであった。その後再び暴風雨に見舞われた
天明の洪水 1786(天明6)年 8月	関東地方を中心に水害が発生し、全国で約3万人が死亡した。江戸の浸水深は1.5～4.8mと三大洪水で最も大きかった。3年前に発生した浅間山噴火に伴う河床上昇の影響があった
弘化の洪水 1846(弘化3)年 7～8月	利根川堤防が破堤するなど、関東では豪雨に伴う水害が1か月以上も続いた。江戸の浸水深は0.3～1.5mで、浸水深1.5mは深川大島町で発生した。死者数に関する記録はないが、他の水害に比べて、被災範囲は狭かったと思われる

などで10万人余、また1828(文政11)年9月のシーボルト台風では佐賀などで1万人以上の死者・行方不明者が出ている⁴⁾。本稿では年次は全て新暦で表示している。

*台風による暴風、高潮による浸水・溺死に加えて、火災が発生したために、多くの人が犠牲となった。築地西本願寺の本堂が倒壊した

1783(天明3)年8月に群馬・長野県境界の浅間山噴火があり、群馬県の旧鎌原村で火砕流により483名が死亡した他、泥流や大量の火山灰が河道に流入した。内閣府によると、利根川本支川に流入した土砂量は約2.6千万 m^3 (火山からの総噴出量は4.5億 m^3)であった⁵⁾。その結果、利根川の河床が大きく上昇する(火山灰や比重の軽い火山岩のため、短期間で全川が河床上昇した⁶⁾)など、その影響は19世紀初頭まで続き、水害を激化させた他、平水時の排水不良を引き起こした。赤堀川(現在の利根川中流)の拡幅(1809<文化6>年)以降は堆積土砂の流下により、特に利根川下流に大きな影響をおよぼした。幕府は熊本藩に武蔵・上野・信濃*3か国の河床浚渫・堤防修復を行わせた⁷⁾。浅間山噴火は餓死者が50万人とも200万人以上とも言われる天明の大飢饉(1782<天明2>～1788<天明8>年)の一因ともなった。

*それぞれが現在の埼玉・東京など、群馬、長野に相当する

Ⅲ. 江戸時代の治水技術

江戸時代以前の大規模治水施設に、中条堤と日本堤・隅田堤などがある⁸⁾。中条堤は15世紀末又は16世紀末に、現在の埼玉県北部に築造され、利根川上流で意図的に氾濫させ、漏斗状の地形（延長約4km、高さ約5m）で氾濫水を受け止めて下流を守る役割があった。中条堤の治水容量（約1.1億 m³：氾濫水の貯留量）は渡良瀬第1調節池以上である⁹⁾。中条堤は1910（明治43）年に決壊したが、江戸時代では1742（寛保2）年と1786（天明6）年の2回決壊しただけである。一方、右岸・日本堤（延長1.4km、高さ3m）と左岸・隅田堤（延長3.8km）は荒川下流域の二線堤で、洪水を遊水させて、漏斗状の氾濫原を形成し、特に江戸城側の日本堤は破堤することはなかった。このように、当時の江戸における治水方式は氾濫を前提に、氾濫しても被害が少なくなる手法が主流であった。

表2 主要な治水施設の概要

治水施設／築造年	治水施設の概要
嘉瀬川の治水システム：16～17世紀：石井樋は1615（元和元）～1623（元和9）年	成富兵庫茂安が佐賀平野の洪水防御のため、「象の鼻」「天狗の鼻」などの水制で洪水を緩やかにし、石井樋（取水堰）で土砂を沈ませた後、多布施川へ分流した（図1）。洪水位が高くなると、図右の野越（越流堤）から溢水し、遊水地の竹林で減勢される。彼は各地の城づくりにも携わった
利根川の東遷事業 1594（文禄3）～1654（承応3）年	伊奈備前守忠次が江戸の洪水防御、埼玉平野の開発、伊達藩に対する防御のため、約60年かけて利根川を常陸川を經由して銚子方面へ付け替えた。一方、荒川は伊奈備前守忠治により、1629（寛永6）年より埼玉平野の西端に付け替えられた（荒川西遷事業）
木曾川の御囲堤 1608（慶長13）～1609（慶長14）年	徳川家康の命により、洪水防御や軍事戦略のため、尾張側の左岸に約50kmにおよんで築かれた。対岸の美濃の堤防は三尺（約1m）低く築かれた。木曾三川の治水事業において、84名の薩摩藩士がなくなり、責任者の平田鞠負は責任をとって切腹した
芦田川の水野土手 1619（元和5）年	水野勝成が福山城を水害から守るために築いた。芦田川の洪水位が高くなると、この砂土手の箇所では氾濫させ、氾濫水が低地河川の高屋川に逆流する遊水効果により、下流の城下町を洪水から守った ¹⁰⁾
富士川の雁堤 1621（元和7）～1674（延宝2）年	古郡孫太夫重政ら古郡家三代が洪水防御のため、50年以上かけて延長2.7kmの堤防を富士川下流左岸に雁状に築造した。高水敷の広い遊水スペースで洪水を減勢させるとともに、堤防に接続する出し（水制）により、洪水流を河心に誘導する仕組みである

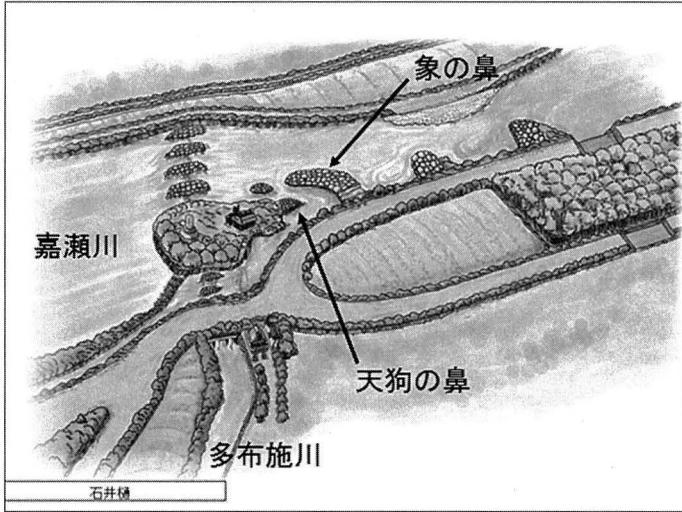


図1 嘉瀬川・石井樋のスケッチ図（宮内庁ホームページに加筆）
 ＊中央の長い水制が「象の鼻」で、導水路や石井樋を経由して、
 多布施川へ分流される

江戸時代には様々な治水施設が整備された。主要な治水施設は表2の通りで、各地で洪水防御のための堤防が建設された。堤防以外では中条堤のような遊水地の他、護岸や水制などにより、洪水防御が図られた。水制の一種である牛類（聖牛、菱牛など）、杵類（立杵、沈杵など）が考案されたのもこの時代である（図2）。加えて、近年は地先の治水安全度を増強させるための施設整備が重要視されているが、江戸時代ですぐれていたのは、為政者などが丘などの高所から川や氾濫原を俯瞰して、川の弱点箇所や強化すべき区間を見つけ、マクロな視点から予防的な洪水対策を検討したことである。近年の災害復旧的な治水とは発想が根本的に異なっている。

堤防のような治水施設ではないが、洪水防御のための水害防備林（水防林とも言う）がある。堤外地又は堤内地に竹や松などの植生群を植えて、それぞれ洪水流や氾濫流の減勢を図る手法である。江戸時代以前から存在する水害防備林のうち、規模が大きい、または特徴的なものは、吉野川や阿武隈川支川荒川などにある（表3）¹¹⁾。他には那珂川、利根川支川彦間川、淀川支川^{あど}安曇川などにもある。水害防備林によっては土砂流出を抑制する（土砂ふるい分け）効

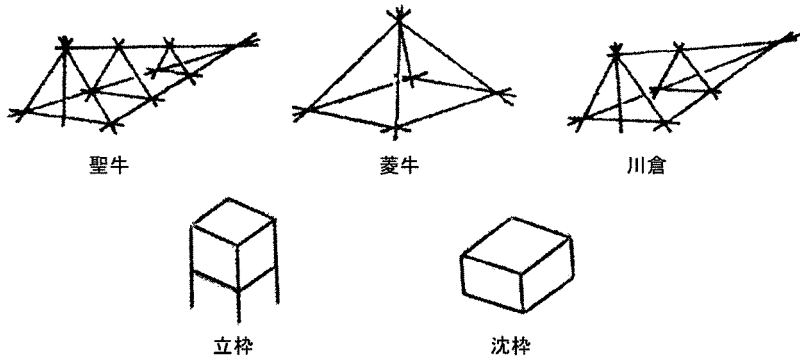


図2 牛類, 柵類のスケッチ図

表3 主要な水害防備林の諸元・概要

水系名 河川名	面積 延長	主な場所 主な樹種	概要
吉野川 吉野川	約370ha 約40km	堤外地 竹	当初田畑を守る築堤の代わりに植えられた。昭和30年頃には約510haの面積(延長約60km)を有していた。現在の最大幅は400m程度である
阿武隈川 荒川	約109ha 約10km	堤内地 アカマツ	縦断方向に連続して50~300mの幅がある。霞堤の堤間(堤外地)にもある。水林公園として、市民の憩いの場になっている
江の川 江の川	約83ha 約10km	堤外地 竹	弘法大師の教えにより、水害軽減対策として竹が植えられた。狭い河川のため、幅は20~80mと広くない
久慈川 久慈川	約38ha 約8km	堤外地 竹	文久2(1862)年から整備された。全部で12箇所あるが、面積・延長は富岡橋上流区間の7箇所の値である。60~120mの幅が多く、ほとんどが民有地である。支川にもある
富士川 笛吹川	約14ha 約1km	堤内地 アカマツ	天正11(1583)年以降、武田信玄により景勝地・差出の磯(断崖)の下流に整備された万力林(公園)。幅は約200mある。下流に氾濫戻しのための霞堤がある
嘉瀬川 嘉瀬川	約12ha -	堤外地 竹	400mもある幅広い高水敷が堤外遊水地となり、遊水地への洪水流を減勢する目的で竹が設置された

果もある。なお、洪水防御機能が評価され、明治末から水害防備保安林が増加したが、第二次世界大戦時には食料増産のため、耕地に転換され、大幅に減少した。

IV. 江戸時代の洪水対応技術

現在のように河川沿いに堤防が十分整備されていなかった時代には、河川氾濫が発生しても、被害が少なくなるように、住民は自然堤防などの標高が高い微高地上に生活していた。歴史的には自然堤防上に村落が形成され、村囲いの堤防が建設され、徐々に連続堤へと発展していった。また、河川地形に応じて、住み分けが行われていた¹²⁾。例えば、武家地と町人地が台地と谷間（大分県杵築市）、丘陵と平地（奈良県大和郡山市）など、地形で分離された例と、人工的な壕と水路を巡らして武家地と町人地を分離した例（佐賀市、滋賀県彦根市）などがある。

水害に対応させて、城や城下町を移転させた事例¹³⁾もある。尾張国清洲城は木曾川・庄内川支川五条川の氾濫、また越後国蔵王城は信濃川の氾濫に悩まされて城、城下町を移転させた。盛岡城や岡山城は洪水氾濫の被害に対して、河道を付け替えた。具体的にはバイパスや百間川放水路建設により対処した。高知城や厩橋城（別名前橋城）などのように、洪水氾濫に対して城を移転したが、その後治水対策を施して、元の土地に戻った事例もある。

江戸時代には士農工商の身分以外に、農民のなかにも身分制度があり、本百姓、水呑百姓、奴隷農民に分けられた。田畑を持つ本百姓を中心に五人組*が形成され、幕府支配の末端組織として機能し、水防義務が課せられた（武士の間にも五人組があったが、軍事目的であった）。水防体制は集落単位又は村単位の五人組を基礎に構成され、洪水防御のための活動が行われた。水防工法としては、武田信玄が考案した聖牛などが侵食対策として河岸に設置された。これは堤防や河岸に向かう洪水流の向きを変える工法で、小規模なものとしては川倉や菱牛がある（図2）。当時、水防には杭木・空俵（土のう袋）・掛矢（木槌）などが用いられた他、活動に使われる竹林の植栽に関する制度もあった。

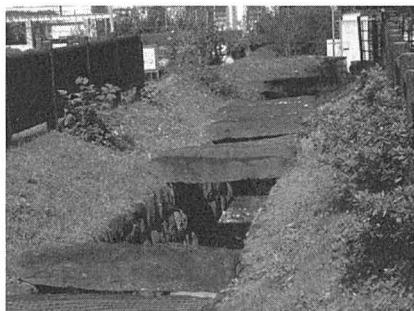
*五人組は幕府や藩が命令や方針を民衆に徹底するための組織である

V. 江戸時代の上下水道技術

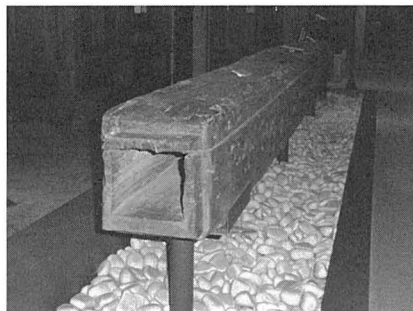
江戸は海沿いに位置し、良好な地下水が得られないため、神田上水や玉川上水が築造された。神田上水は井の頭池を水源とした延長約63kmの水路で、小石川水道を拡張して、1629（寛永6）年に完成した。玉川上水は多摩川の羽村取水口を水源とした延長約85kmの水路で、1654（承応3）年に完成した。2上水で延長約150kmという、世界でも類を見ない規模の上水で、給水人口も世界最大であった。その後、江戸の町の拡大に伴って、更に4上水（本所、青山、三田、千川：本所以外の3上水は玉川上水からの分水）が整備されたが、儒学者・室鳩巢^{むろきゅうそう}の意見書*により1722（享保7）年に廃止された¹⁴⁾。上水は堀、石樋や木・竹製の樋によって築造された（写真1）。例えば、玉川上水は勾配1/500の開渠による自然流下で導水され、石樋の暗渠で市街地に導かれ、木樋で武家屋敷や共同井に配水された。そして、江戸の町の飲み水の運営は幕府自身が工事と管理に直接関与し、利用者である住民から家の間口の大きさに応じた水道料金を徴収した。

*上水が江戸大火の原因であるという根拠のない主張が記載されていた

一方、江戸時代には下水道もあり、道の端、屋敷境、町の境に石や木の溝で作られ、板でふたをしてあった¹⁵⁾。下水道には開渠と暗渠があり、汚水は雨水



(1) 神田上水の石樋



(2) 木樋

写真1 上水に使用された石樋、木樋（東京都水道歴史館：撮影・末次）

とともに川を経て海へ流された。近代的な下水道ではなかったが、各戸から出てくる生活廃水は少なく、尿尿は肥料に再利用されたため、排水先の水質は良好であった。ちなみに豊臣秀吉の時代（1597年）にも大坂に10kmの開渠の下水道が整備されていたし、大化の改新以降の宮である難波豊崎宮（現在の大阪市）にも排水溝が設置されるなど、古来より下水・汚水に対する配慮がなされていた。海外で見ると、ヨーロッパのパリでは14世紀後半に、ロンドンには1532年に下水道が整備されたが、下水を処理しないまま、川に流したため不衛生であった。

VI. その他の水管理技術

江戸初期の最重要課題は生産物地代の確保であり、新田開発が歴史上最も活発に行われた。新田開発は洪水調節池の役割を有していた地域やデルタの水腐地が対象となった他、湖沼や低湿地が多い東北日本では湖沼干拓、西南日本では干潟を主とした海面干拓により行われた。海面干拓の一例が広島の大田川デルタで、デルタの北半分は河川が運搬してきた土砂により形成された*が、南半分（概ね西国街道より南）は人工的な干拓地で、その約半分が江戸時代に造

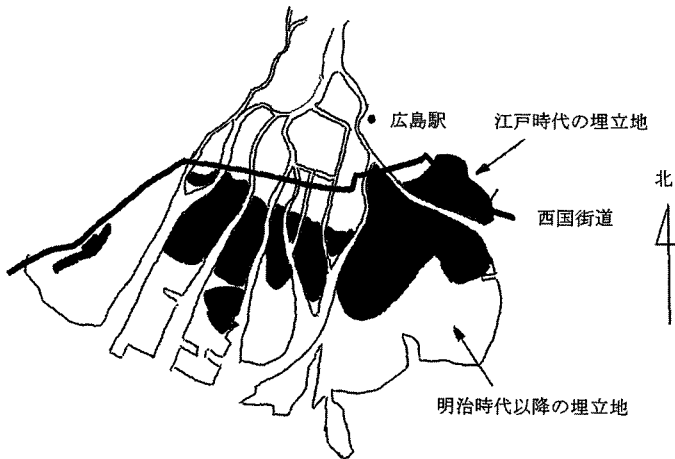


図3 太田川デルタにおける江戸時代の埋立地

成された（図3の黒塗り部分）。干潮時に堤防で海の一部を締めきり、堤防の内側を干して陸地化した。ちなみに、デルタで分派している6河川のうち、最も西側の河川は人工的な太田川放水路（延長約9kmで昭和42年に完成した）である。

*中世以降、砂鉄採取後に不要な土砂を河川に流す鉄穴流しと燃料のための樹木伐採による大量の土砂流出に伴い、デルタが発達したので、自然的というより半人工的な地形であった

江戸時代の河川の役割では舟運が大きい。海では河村瑞賢が開いた東回り航路（江戸～東北：1671〈寛文11〉年）や西回り航路（大坂～瀬戸内海～日本海側：1672〈寛文12〉年）が全国の航路ネットワークとなり、これと河川による内陸ネットワークが緊密に結びついて、輸送網が確立された¹⁶⁾。この内陸ネットワーク形成に貢献したのが利根川東遷事業であり、安治川の河口掘削（旧淀川）であった。利根川では長さ27mの高瀬舟などが年貢米や江戸の消費物資を輸送した。また、東北では北上川の開削（川村孫兵衛による瀬替え工事）と新田開発により、仙台藩・大崎地方の米を石巻を經由して、江戸へ運ぶことができるようになった。

一方、取水は東日本は大河川が多く、河川に依存したのに対して、西日本ではため池依存度が高かった。農林水産省の調査によると、ため池は現在全国に19万箇所以上（兵庫県が最多）ある¹⁷⁾が、そのうちの約7割は江戸時代以前に築造されたもので、現在も活用されている水利システムである。ため池は谷、平地、川（の堰止め）に設置され、ため池から水田へ配水するための用水管理が行われた。谷池などの小規模なため池は親池・子池・孫池といった複数のため池を連携させて活用され、重ね池と呼ばれた。大分・国東市綱井地区には6つのため池を連携させたものもある。

Ⅶ. 現代でも参考となる考え方・技術

以上で示したような江戸時代における水管理に関する経験や実績より、現代でも参考になるものがある。いくつかの考え方や技術を列挙すれば、以下の通りである。

- ・地域や状況によっては、氾濫許容型治水は有効な減災手法となる（利根川

の中条堤、嘉瀬川の治水システムなど)

- ・リスクが大きな土砂・洪水による複合災害に対する危機回避策について、対応シナリオを検討しておくことが重要である（浅間山の噴火災害など）
- ・河川で生じている現象や対策を細かく検討することも大事であるが、マクロな視点で見っておかないと、対応を誤ることがある
- ・今一度氾濫原における自然堤防の活用など、河川地形に応じた住み分けについて考えておくべきである
- ・地先に根ざした五人組のような細やかな水防体制はできないだろうか
- ・地震による交通手段の途絶もあるので、輸送手段としての舟運の復活は今後の交通計画にとって必要である

参考文献

- 1) 玉城哲：川の変遷と村一利根川の歴史，論創社，1984年
- 2) 東京市：東京市史稿 変災篇 第2・3，東京市，1915・1916年
- 3) 納富壮一郎：江戸三大水害における江戸の被害と救済に関する考察，平成25年度東京理科大学卒業論文，2014年
- 4) 宮澤清治・日外アソシエーツ編：台風・気象災害全史，日外アソシエーツ，2008年
- 5) 内閣府中央防災会議：1783天明浅間山噴火報告書，2006年
- 6) 大熊孝：近世初頭の河川改修と浅間山噴火の影響，URBAN KUBOTA, No. 19, クボタ，1981年
- 7) 橋本直子：天明浅間山噴火と利根川水害，sabo, Vol. 110, (財) 砂防・地すべり技術センター，2012年
- 8) 末次忠司：河川の減災マニュアル，技報堂出版，2009年
- 9) 宮村忠：水害—治水と水防の知恵（改訂版），関東学院大学出版会，2010年
- 10) 末次忠司・小林裕明・館健一郎：氾濫許容型治水について，土木研究所資料，第3521号，1997年
- 11) 浜口達男・本間久枝・井出康郎他：水害防備林調査，土木研究所資料，第2479号，1987年ほか
- 12) 高橋康夫・吉田伸之編：日本都市史入門 I 空間，東京大学出版会，1989年
- 13) 新谷洋二：日本の城と城下町，同成社，1991年
- 14) 肥留間博：コロンプスの玉川上水，多摩のあゆみ，第50号，多摩中央信用金庫，1988年
- 15) 大江戸歴史文化研究会：江戸300年の暮らし大全，PHP 研究所，2015年

- 16) 藤井友竝・中島威夫・吉本俊裕他：水と国土形成史，国土技術政策総合研究所資料，第43号，2002年
- 17) 農林水産省農村振興局整備部防災課の調査結果，2014年

(原稿受付2017年1月5日，原稿受理2017年2月8日)