

<報文>

群馬県内河川の流域別汚濁負荷量調査と水質予測\*

梅澤真一\*\*・田子 博\*\*

キーワード ①公共用水域 ②BOD ③汚濁負荷量 ④将来推計

要 旨

公共用水域の効果的な水質改善対策のためには精度の高い汚濁負荷量解析が必要である。本研究では、負荷量をより詳細に把握するため、県内全域を1km<sup>2</sup>に区切った3次標準地域メッシュに各種汚濁負荷発生源データを配分し、現況及び将来の流域別汚濁負荷量と水質の推計を試みた。各流域の現況BODを計算した結果、環境基準達成率の直近5年（2015年～2019年）の実測平均値80%に対し、2018年計算値も80%と概ね良好な再現ができたため、この推計方法を用いて将来推計を行った。将来推計の結果、いずれの地点においても水質は改善傾向にあり、環境基準達成率は2025年には87.5%になると推定された。また、水質改善には污水处理設備の整備・普及を確実に進めることが重要であると示唆された。

1. はじめに

利根川の最上流に位置し、水源県である群馬県は水質保全に努め良好な水を下流都県に繋ぐ役割を担っている。しかし、生物化学的酸素要求量（BOD）値の環境基準達成率は全国平均を下回る状況が続いており、2019年度では全国平均の94.1%に対し85.0%となっている<sup>1)・2)</sup>。水質が改善されている流域がある一方、改善が進まない流域では更なる対策が必要となっている。効率的対策のためには、より精度の高い汚濁負荷量の把握及び解析が必要である。

そこで本研究では、負荷量をより詳細に把握するため、県内全域を3次標準地域メッシュ（1km<sup>2</sup>）区画に区切り、発生源ごとの負荷量データを配分し、流域ごとに集計する方法を用いた。人口や土地利用状況等のデータは1km<sup>2</sup>メッシュごとのデータが公表されており推計に利用できるため、従来当所で行っていた市町村ごとのデータをそれぞれの流域にそのまま割り当てる方法より実情に近い形で反映することができ、より精度の高い解析が可能になると考えられる。この方法で集計した現況汚濁負荷量から環境基準点におけるBODを算出し、実測値と比較した。また、同様の推計方法を用いて将来の汚濁負荷量やBODの推計を行い、環境基準達成のために取り組むべき対策の提言を試みた。

2. 調査方法

2.1 市町村・メッシュ・流域ブロックの対応方法

汚濁負荷量の算出に係る基本データとしては市町村ごとにとまとめられたものが多い。そこでそれらのデータを流域ブロックと対応させるために「統計に用いる標準地域メッシュおよび標準地域メッシュ・コード」により作成された、日本全体を約1km<sup>2</sup>ごとに区切った標準地域メッシュ（3次メッシュ）を用いた。まず、フリーソフト「MANDARA」により市町村メッシュ地図を作成した。次に「利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書（以下、「利根川流総」）」を参考に、図1に示す群馬県を75の流域ブロック（G1～G75）に分割した地図<sup>3)</sup>と重ね合わせることで、流域ブロック対応メッシュ地図を作成し、各メッシュがどの市町村、どの流域ブロックに該当するのか整理した。流域対応メッシュ地図のイメージを図2に示す。赤線で示したのが市町村境界、整列している多数の四角形が1km<sup>2</sup>メッシュ、色分けされている部分が流域ブロックにそれぞれ該当する。この市町村・メッシュ・流域ブロック対応を基に負荷量データの配分を行うこととした。

\*Survey of pollution load and water quality prediction for each river basin in Gunma prefecture

\*\*Shinichi UMEZAWA, Hiroshi TAGO (群馬県衛生環境研究所) Gunma Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

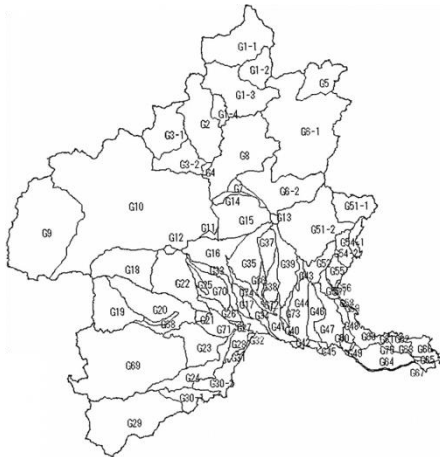


図1 流域ブロック分割図

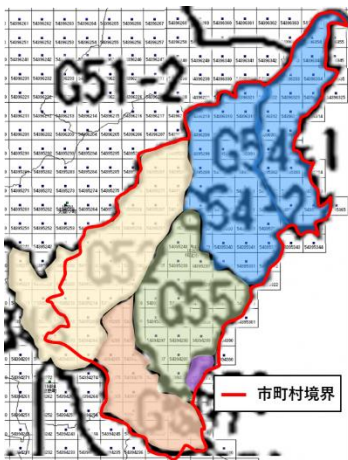


図2 流域対応メッシュ地図イメージ

## 2.2 現況汚濁負荷量及び水質の算定方法

負荷量は生活系、施設系、産業系、畜産系、観光系及び自然系の6区分とし、以下の方法でそれぞれ算出した。

生活系負荷量は、各家庭から直接排出される単独処理浄化槽、合併処理浄化槽、計画収集及び自家処理について算出した。汚水処理形態別人口の現況データは、「群馬県の廃棄物 平成30年度版」の市町村別汚水処理形態別人口<sup>4)</sup>を用いた。「群馬県1km<sup>2</sup>メッシュ人口データ<sup>4)</sup>」と、「平成23年度群馬県流域別環境基準維持達成計画 調査報告書（以下、「県流域別計画」）」に掲載された処理形態別人口<sup>6)</sup>を基に、各メッシュの処理形態別人口比率を定め、この比率に従い市町村別汚水処理形態別人口データを配分し、流域ブロック別処理形態別人口を算出した。負荷量算出に用いる原単位は「利根川流総」の値<sup>7)</sup>を参考に設定した。

施設系負荷量は下水処理場、農業集落排水処理施設、コミュニティプラント及びし尿処理施設について算出した。公共下水道については「平成30年度版 下水道統計 第75号<sup>8)</sup>」、そのほかの施設については関係市町村から提供を受けた資料により個別に実測値（排水量×排水水質）

を把握し、点源として該当流域ブロックに反映した。

産業系負荷量の算定は、工場・事業場への立入調査結果等で水質が把握できる事業場とそれ以外の事業場とに分けて行った。水質が把握できる事業場については、立入調査結果等から負荷量（排水量×排水水質）を算出し、点源として該当流域ブロックに反映した。それ以外の事業場については、中分類業種別の発生負荷量原単位<sup>9)</sup>、排出率<sup>10)</sup>及び市町村・業種別工業出荷額<sup>10)</sup>から推計し、「国土数値情報（土地利用3次メッシュデータ）<sup>12)</sup>」の建物用地面積の割合に従って各流域ブロックに配分した。

畜産系負荷量は排水への影響が大きい豚、肉用牛及び乳用牛についてそれぞれ算出した。「県流域別計画」の流域別各家畜頭数<sup>13)</sup>、「農林業センサス調査結果<sup>14)</sup>」及び「畜産統計調査（2018年）<sup>15)</sup>」から推計した市町村別各家畜頭数に家畜ごとの原単位を乗じて負荷量を算出し、前回計画の値を参考に各流域ブロックに割り振った。

観光系負荷量は宿泊と日帰りについて算出した。「観光入込客統計調査報告書」<sup>16),17)</sup>から推計した市町村別の日帰り客数及び宿泊客数にそれぞれに原単位を乗じて負荷量を算出し、「利根川流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書」の値<sup>18)</sup>を参考に各流域ブロックに割り振った。

自然系負荷量は、水田、畑地、山林についてそれぞれ算出した。「国土数値情報（土地利用3次メッシュデータ）<sup>12)</sup>」から水田、畑地、山林に該当する田、その他農用地、森林の面積にそれぞれの原単位を乗じてメッシュごとの負荷量を算出し、流域ブロックごとに集計した。

上記の方法で算出した各種負荷量と「利根川流総」で用いられている流達率等<sup>19)</sup>を参考に現況の河川環境基準点に達する負荷量（流出負荷量）の計算を行った。流出負荷量の算出は図1の75の流域ブロック及び図3に示した河川ごとに7つの流域に大別したものをまとめた。

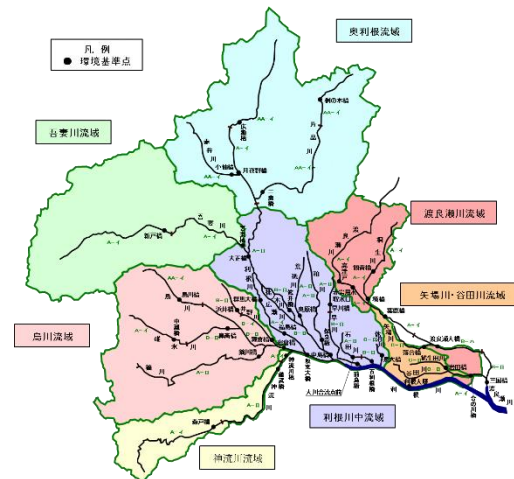


図3 流域ブロックの大別

最後に、流出負荷量及び環境基準点における河川流量を用いて、各環境基準点におけるBODを算出した。計算に使用した流量は以下に示す方法で設定した。流量観測が行われており「水文水質データベース<sup>20)</sup>」に登録されている地点については、過去10か年(2009-2018年度)における各年度の低水流量の平均値及び「利根川流総」設定値<sup>21)</sup>から算出した。流量観測が行われていない支川の水質基点については、近傍河川の比流量からの推定、あるいは利根川流総での設定値を用いた。算出したBODと実測値を比較し、乖離が大きい場合には流達率等を見直し、再計算を行った。

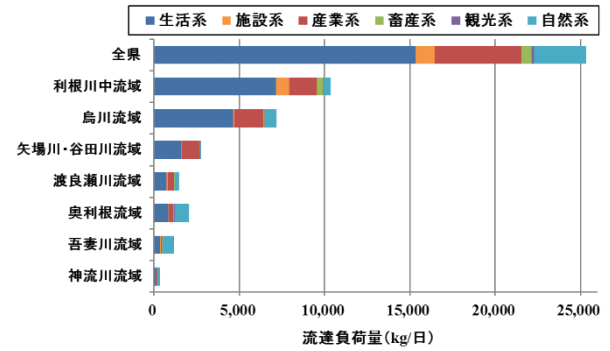


図4 流域ごとの負荷量(現況:2018年)

### 2.3 将来汚濁負荷量及び水質の算定方法

2.2で設定した負荷量及び水質の算定方法と以下に示すデータを用いて汚濁負荷量及びBODの将来推計を行った。

市町村別人口は「日本の地域別将来推計人口」のデータ<sup>22)</sup>を使用した。処理形態別人口について、汚水処理率は年々増加傾向にあるが、増加率は緩やかになってきているため、2014年から2018年の汚水処理率推移から推計した。施設系負荷量は処理形態別人口の変化率を乗じて算出した。工業出荷額については、「群馬県産業振興基本計画」の目標値<sup>23)</sup>から推計した。家畜頭数については、「群馬県家畜改良増殖計画」の目標値<sup>24)</sup>を用いた。観光客数は近年若干の増加傾向にあったため、「観光入込客統計調査報告書」の2014年~2018年の推移<sup>25)</sup>から推計した。土地利用状況については、現況の土地利用状況を基に「土地利用現況の推移」の2014年~2018年の推移<sup>26)</sup>から推計した。

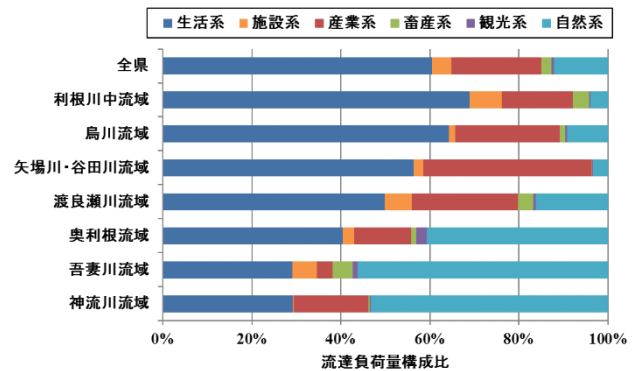


図5 流域ごとの負荷量の内訳(現況:2018年)

流達負荷量は人口が多く産業も盛んな利根川中流域が最も多く、次いで烏川流域、矢場川・谷田川流域となった。また、負荷量の内訳をみると、山間部に位置する奥利根流域、吾妻川流域、神流川流域では自然系の負荷が最も大きく4~6割程度を占めるのに対し、都市部に位置するその他の流域では生活系が最も大きく、産業系と合わせて8割程度を占めていることがわかる。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 現況汚濁負荷量及び水質

図3に示した7つの流域における、それぞれの現況負荷量及びその内訳を図4及び図5に示す。

次に、各環境基準点におけるBODの計算値と2015年から2019年までの実測平均値を比較したグラフを図6に示す。河川によっては実測値と比較して幾分ばらつきは出ているが、環境基準の超過状況をみても計算値・実測値共に80% (32/40) であり、ある程度傾向を捉える

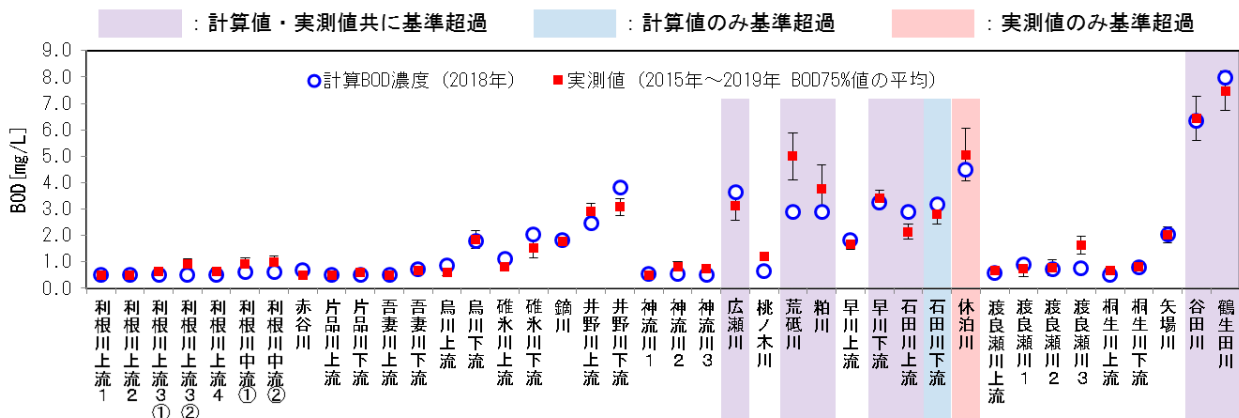


図6 BOD計算結果と実測値の比較

ことができたと考えられる。計算値と実測値で環境基準の超過状況の異なる地点は2水域（石田川下流、休泊川）あったが、いずれも年によって基準の達成・未達成が逆転することがある地点であるため、大きな問題ではないと思われる。一方で、計算値・実測値共に基準超過であるが計算値と実測値が大きく異なる荒砥川については、未把握の発生源の存在、設定条件の見直し等、より詳細な調査を行う必要があると考えられる。改良すべき点はあるものの、概ね良好に水質再現ができたため、今回はこの水質算定方法を用いて将来の汚濁負荷量及び水質を推定することとした。

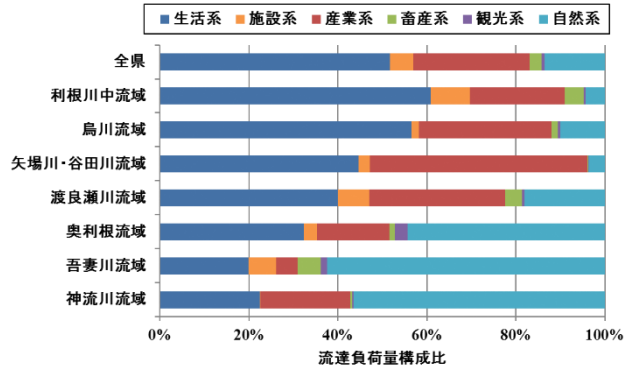


図8 流域ごとの負荷量の内訳（将来：2025年）

### 3.2 将来負荷量及び将来水質

図3に示した7つの流域における、それぞれの将来負荷量及びその内訳を図7及び図8に示す。

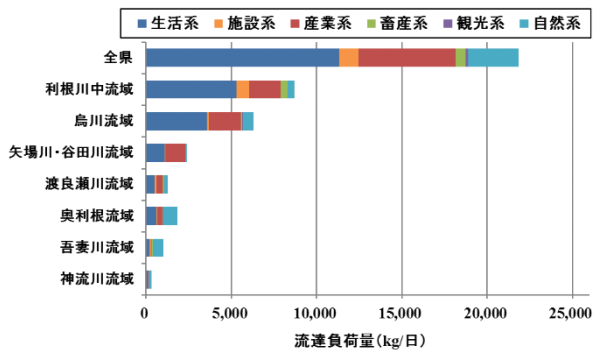


図7 流域ごとの負荷量（将来：2025年）

どの流域でも負荷量は減少すると推計された。現況の2018年と比較して生活系負荷量が大きく減少し、合計負荷量の減少に寄与していることがわかる。山間部に位置する奥利根流域、吾妻川流域、神流川流域では自然系の負荷が最も大きいことは変わらないが、都市部に位置するその他の流域では生活系が減少することで相対的に他の負荷割合が増えた。

最後に、各環境基準点におけるBODの2025年推計値と

3.1で算出した2018年計算値及び2015年から2019年までの実測平均値を比較したグラフを図9に示す。いずれの地点においても水質は改善される傾向となっていた。2018年現況では環境基準を達成できていない8地点のうち、2025年には3地点は環境基準を達成できる見込みであり、環境基準の達成率は87.5%（35/40）になると推定された。現状では水質基準を達成できていないが2025年度には基準を満足できると推定された水域も含め、水質の改善にはいずれも生活系汚濁負荷量の減少による影響が大きいと推定された。生活系汚濁負荷量の2025年推計値は污水处理設備の整備・普及がこのまま進んだと仮定した場合のものである。河川水質の改善を実現させるためには施策の確実な実施が必要である。一方、荒砥川、粕川、石田川上流、谷田川及び鶴生田川の5水域では污水处理設備の整備・普及がこのまま進んだとしても2025年度も基準を満足できないと推定された。これらの水域については、污水处理設備の整備・普及等通常の施策に加えて、水域ごとに詳細な調査を行い個々に対応していく必要があると考えられる。特に荒砥川については3.1で述べたように推計値と実測値の乖離も大きく、予測精度向上のためにも個別対応が必要と判断し、先駆けて現地調査や設定条件の見直し等に着手している。

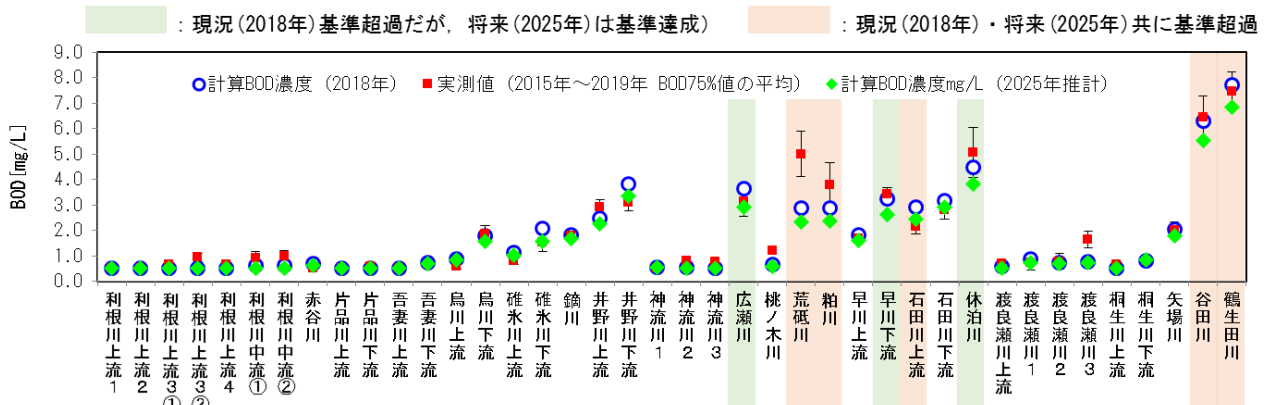


図9 BOD将来推計値と現況計算値及び実測値の比較

#### 4. まとめ

流域ごとの汚濁負荷量をより詳細に把握するため、県内全域を1km<sup>2</sup>に区切った3次標準地域メッシュに各種汚濁負荷発生源データを配分し、現況及び将来の流域別汚濁負荷量と水質の推計を行った。

生活系、施設系、産業系、畜産系、観光系及び自然系の6区分の汚濁負荷量をそれぞれ推計し、各流域の現況BODを計算した結果、河川環境基準達成率の直近5年

(2015年～2019年)の実測平均値80%に対し、2018年計算値も80%と概ね良好な再現ができた。また、同様の推計方法を用いて将来推計を行った結果、いずれの地点においても水質は改善される傾向となっており、環境基準の達成率は2025年には87.5%になると推定された。

汚濁負荷量解析の結果、水質の改善には生活系汚濁負荷量の減少による影響が大きいと推定されたため、汚水処理設備の整備・普及を確実に進めることが重要であると示唆された。また、2025年でも基準を満足できないと推定された水域については、汚水処理設備の整備・普及等の施策に加えて、水域ごとに詳細な調査を行い個々に対応していく必要があると考えられる。

#### 5. 引用文献

- 1) 環境省：令和3年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書，p. 222，2021
- 2) 群馬県：令和2年版環境白書，p. 68，2020
- 3) 群馬県：利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書，p. 112，2011
- 4) 群馬県環境森林部廃棄物・リサイクル課：群馬県の廃棄物 平成30年度版，pp. 48-49，2020
- 5) 総務省統計局：平成27年国勢調査－世界測地系（1kmメッシュ）その1 人口等基本集計に関する事項，<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2015&aggregateUnit=S&surveyId=S002005112015&statsId=T000846&prefCode=10>（2021. 11. 30アクセス）
- 6) 群馬県環境森林部環境保全課：平成23年度群馬県流域別環境基準維持達成計画調査報告書，p. 36，2012
- 7) 群馬県：利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書，pp. 91-95，2011
- 8) 社団法人日本下水道協会：平成30年度版下水道統計第75号，（CD-ROM），社団法人日本下水道協会，東京，2021
- 9) 群馬県：利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書，p. 93，2011
- 10) 群馬県環境森林部環境保全課：平成23年度群馬県流域別環境基準維持達成計画調査報告書，p. 27，2012
- 11) 群馬県総務部統計課：2019年工業統計調査結果（平成30年実績・確報），[https://toukei.pref.gunma.jp/ise/data/2019/ise2019\\_001.xlsx](https://toukei.pref.gunma.jp/ise/data/2019/ise2019_001.xlsx)（2021. 11. 30アクセス）
- 12) 国土交通省：国土数値情報 土地利用3次メッシュデータ，<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-a.html>（2021. 11. 30アクセス）
- 13) 群馬県環境森林部環境保全課：平成23年度群馬県流域別環境基準維持達成計画調査報告書，p. 40，2012
- 14) 群馬県総務部統計課：2015年農林業センサス調査結果の概要 統計表，[https://toukei.pref.gunma.jp/nrc/data/nrc2015\\_002.xlsx](https://toukei.pref.gunma.jp/nrc/data/nrc2015_002.xlsx)（2021. 11. 30アクセス）
- 15) 農林水産省：畜産統計調査（平成30年），<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500222&tstat=000001015614&cycle=7&year=20180&month=0&tclass1=000001020206&tclass2=000001120395>（2021. 11. 30アクセス）
- 16) 群馬県観光局観光物産課：平成29年観光客数・消費額調査（推計）結果，p. 10，2018
- 17) 群馬県観光局観光物産課：平成30年（2018年）観光入込客統計調査報告書，p. 4，2020
- 18) 利根川流域別下水道整備総合計画検討委員会：利根川流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書，p. 117，2010
- 19) 群馬県：利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書，pp. 139，2011
- 20) 国土交通省：水文水質データベース，<http://www.river.go.jp/>（2021. 11. 30アクセス）
- 21) 群馬県：利根川流域別下水道整備総合計画 計画説明書，pp. 113-116，2011
- 22) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の地域別将来推計人口－平成27（2015）～57（2045）年－平成30年推計，pp. 113-114，国立社会保障・人口問題研究所，東京，2018
- 23) 群馬県産業経済部：群馬県産業振興基本計画 平成28年度－平成31年度，p. 133，2016
- 24) 群馬県：群馬県家畜改良増殖計画，pp. 2-7，2016
- 25) 群馬県観光局観光物産課：平成30年（2018年）観光入込客統計調査報告書，p. 4，2020
- 26) 群馬県：土地利用の現況の推移，<https://toukei.pref.gunma.jp/trgh/>（2021. 11. 30アクセス）