

埼玉県 の 地盤沈下問題

～地下水量の増加に向けて～

慶応義塾大学
経済学部経済学科 4年 32組
大沼あゆみ研究会 13期
学籍番号 21324749

矢沢 祐希

2017/02/04

なにもしない勇氣！
なんかしなくちゃと思わない勇氣！

三村マサカズ

目次

1. 序章
2. 地盤沈下と地下水問題
 - 2.1 地盤沈下とは
 - 2.2 地下水過剰取水による被害
 - 2.3 地盤沈下による被害
 - 2.4 地盤沈下工事費用
3. 埼玉県地盤沈下とこれまでの取り組み
 - 3.1 埼玉県地盤沈下問題
 - 3.2 地下水採取規制
4. 今までのまとめと問題意識
5. 熊本市の取り組み
 - 5.1 熊本市の概要
 - 5.2 熊本市の問題
 - 5.3 熊本市地下水保全プラン
 - 5.4 地下水かん養対策の有効性
6. 埼玉県における地下水かん養対策の実現可能性
 - 6.1 熊本県と埼玉県における水田比較
 - 6.2 農家へのアンケートの実施
 - 6.3 アンケート結果と考察
7. 終章
8. 参考文献
9. あとがき

1. 序章

本論文では、埼玉県における地盤沈下問題の原因を探り、有効策を考え、その策の実現可能性を分析していく。

2章では地盤沈下と地下水の関係を説明し、地盤沈下問題や地下水採取問題が、どのように我々の生活や環境に悪影響を及ぼしているのか見ていく。

3章では具体的に埼玉県に焦点を当てて埼玉県における地盤沈下、地下水問題の深刻さ及び、それに対する埼玉県や国の現状の取り組みについて説明する。

4章ではここまでの研究内容をまとめるとともに、前章での地下水対策に対する欠陥を明らかにする。

5章では前章で見つけた欠陥をカバーすることができる熊本市の地下水対策について説明をする。

6章では熊本市の策を埼玉県で導入する場合の実現可能性を検証する。この検証は環境面と市民性の2つの観点からの検証であり、後者に際しては農家の方へのアンケートを実施する。

2. 地盤沈下と地下水問題

本章では地盤沈下の概要と、その主な発生要因について説明し、地盤沈下が実際にどのような被害を我々にもたらすのかということについても言及していく。また、地盤沈下と地下水の関係、そしてその問題点を指摘する。

2.1 地盤沈下とは

地盤沈下とは、一言でいえば我々の生活基盤である地面が広範囲にわたって徐々に沈んでいく現象のことである。地盤沈下は要因別に3つに分別される。

- I. 液状化現象に伴い起きる地盤沈下
- II. 軟らかい地層から起きる地盤沈下
- III. 地下水を過剰に汲むことで起きる地盤沈下

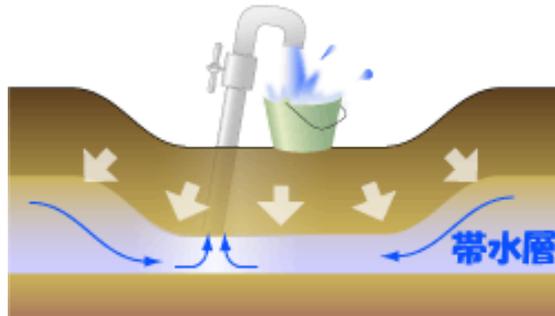
の3つである。Iの液状化現象とは地震の揺れ等で振動することで水液を含んだ地盤が液体のように震える現象のことで、これが地盤沈下を引き起こす。IIに関しては、地層が比較的軟らかいものである場合、地上の構造物等の重みに耐えきれなくなると収縮してしまい、結果地盤沈下を引き起こす。IIIに関しては、地層の中では砂の粒子と粒子との間を水の粒子が移動して地下水を形成しているのだが、その地下水を過度に汲むことで砂粒子と粒子の間から水の粒子がなくなり、小さな隙間が生まれる。その後地面の重みによってその隙間分地盤が沈下していく。¹

その小さな沈下の蓄積で我々が感知できるほどの地盤沈下が形成される。IとIIに関しては自然的要因、IIIは人為的要因と区別することもできる。本論文では解決余地のある人為的要因のIII. 地下水の過剰摂取による地盤沈下に焦点を当てる。

¹ 地盤沈下の原因やしくみ <http://torendo.org/zibanchinka-262>

2.2 地下水過剰取水による被害

先ほど地下水の過剰取水が地盤沈下の発生要因の一つであると説明したが、地下水問題は地盤沈下以外にも多岐に及ぶ被害を及ぼす事実があるのでここで紹介する。Ⅰ. 地下水位の低下、Ⅱ. 湧き水の消滅、Ⅲ. 河川汚濁の進行、Ⅳ. 地表の乾燥化及びヒートアイランド現象の加速、Ⅴ. 動植物を含む自然環境への影響が挙げられる。これらについて個々に説明をしていく。



地下水取水による地盤沈下メカニズム

出典：日本地質学会HP (<http://www.geosociety.jp/faq/content0003.html>)

Ⅰ. 地下水位の低下

地下水は雨や川の水粒子が地下に浸透することによって形成されており、自然による供給量を上回る量の地下水を汲み上げると、それが地下水位の低下につながる。地下水の汲み上げを完全に停止しない限り地下水位を地表付近まで回復させることは難しい。

II. 湧き水の消滅

かつて吹き井戸と呼ばれた湧き水が各地に存在し、酒造メーカーの多くは自社の吹き井戸で酒を造っていたのだが、いつしかその地域に簡易水道や、水道の深井戸が掘られて地下水が日常的に汲み上げられるようになってからは、次第に湧き水が消滅していった事例が多くある。湧き水の消滅によって野生動植物にとっても生息しにくい環境となってしまったが故に数を減らした種も多く存在する。

III. 河川汚濁の進行

地下水位が地表近くにあった頃は常に地下水が自然に河川に行き渡り、あるいは湧き水として吹き出し、自然に水が河川の浄化作用を担っていた。ところが地下水を汲みすぎた結果、地下水位が下がってしまうと河川への水の供給が消えてしまう。自然による浄化作用が生活排水や雨だけになってしまい、それは河川汚濁の進行につながる。

IV. 地表の乾燥化及びヒートアイランド現象の加速

地下水位が地表から浅いところにあった頃は、地下水により地表の湿潤さが維持されていたのだが、過剰な地下水汲み上げによって地下水位は低下してしまった。地下水汲み上げをやめない限り地下水位は地表付近まで上昇することは難しい。その結果、今まで地表付近にあった地下水位の低下によって段々と地表の乾燥化が進行していき、ヒートアイランド現象を加速させ、それは夏の暑さにもつながる問題である。

V. 動植物を含む自然環境への影響

地下水汲み上げによって地下水位が下がってしまった結果、次第に地表の乾燥化が進み、乾燥に弱い動植物は姿を消し、乾燥に強い動植物へと生態系が変化している。生態系の変化に伴う動植物への影響は甚大なものである。植物ではミソコウジュ、カワジシャ、ワレモコウ等が個体数を減らし、動物に関してはイシガメ、ニホンアカガエル、カラスガイが個体数を減らした。かつて至る所に存在したメダカ等も現在においては発見困難になってしまっている。²

² 羽生市ムジナモ保存会



絶滅危惧種のニホンアカガエル

出典：日光カエル図鑑 (<http://nikko.us/frogs/nihonakagaeru.html>)

地下水過剰摂取で以上 I～V の被害が生じるのだが、これは地下水問題を解決すると I～V の問題が改善されることを意味しているので、地下水問題は非常に重要な、そして解決すべき問題であるということが伺える。また、本論文の埼玉県における地盤沈下問題も、地下水に焦点を当てることで解決につながる。

2.3 地盤沈下による被害

また、地盤沈下による被害は多岐に渡り、それは目に見えて分かる直接的被害と目には見えずに水面下で生じる間接的被害とがある。直接的被害は建物が傾いてしまったり、地面にひびが入ったり凹凸が生じたり、上下水道の地下パイプが破損したりと、被害は多岐に渡る。また、間接的被害は地表面が押し下げられることによって排水路との高低差が少なくなり、それが排水能力の悪化につながる事が主な例である。大雨は愚か、少量の雨ですら浸水被害をもたらす。³直接的被害も間接的被害もどちらも我々の日常生活に大きな被害を及ぼすので、これらの被害例を知った上でますます地盤沈下問題の解決努力の必要性が明示される。



地盤沈下で生じた地面のひび割れと凹凸

出典：地盤調査のエキスパート ジーテック・ジャパン
(<http://www.gtec-japan.com/110616.html>)

³ 埼玉県 <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/901-20091202-17.html>

2.4 地盤沈下工事費用

住宅がさまざまな要因によって地盤沈下してしまった場合、多くの人は地盤沈下工事業者に費用を払って工事を委託することになるだろう。このコストはどの程度のものなのかを調べることによって地盤沈下をもたらすコスト面での住民への被害を考える。JFD 司法書士法人によると、地盤沈下の施工プランは4つある。1つ目のプランは耐圧版工法で、住宅の基礎の下部に鉄板を置くことで地盤沈下の修復をする工法である。施工機が入らない狭い場所での工事が可能であることがこのプランのメリットであり、費用は平均 300 万円である。2つ目のプランは鋼管圧入工法で、鋼管を継ぎ足しつつ地盤の支持地盤まで圧入させてその反力で家屋を持ち上げて地盤沈下を修復させる工法である。工事に伴う振動騒音が少ないことがこのプランのメリットであり、費用は平均 500 万円である。3つ目のプランは薬液注入工法で、地上から住宅の基礎部の軟弱な層に向けて薬液注入を行う工法である。施工日数が他のプランより比較的短いことがこのプランのメリットであり、費用は平均 200 万円である。4つ目のプランはレベルロック工法で、縦穴を掘り水平打ちマシンによって効果的にグラウト材を注入していき、地盤沈下修復を行う工法である。住宅下全体の地盤を固めることで地震に強いことがこのプランのメリットであり、費用は平均 400 万円である。⁴ニーズによってプランを決めるのだが、どのプランでも平均 200 万円から 500 万円と非常に高価である。JFD 司法書士法人以外の他の工事業者も同じような工法を採用しており、費用もさほど変わらない。住民は地盤沈下に対してこのようなコストを投じて修復させるのだが、どの業者も工事費用が高く、そのコストは生活水準をある程度押し下げる影響をもたらす。このコストから分かるように、地盤沈下問題解決は住民が渴望していることであり、早急に解決していくべき問題なのである。

⁴ JFD 司法書士法人 <http://www.jfd.jp/company.html>

3. 埼玉県の地盤沈下とこれまでの取り組み

本章では、埼玉県における地盤沈下の深刻さと問題に対する県及び国が今までどのような対策をして地盤沈下問題に向き合ってきたのかを明らかにする。

3.1 埼玉県の地盤沈下問題

ここに至るまでに地盤沈下の主原因は3つあり、その中で地下水過剰採取による地盤沈下の深刻さについて言及してきたが、本章では埼玉県の地盤沈下と地下水の関係を明らかにする。

埼玉県は約729万人（平成28年12月1日現在）⁵もの人口を有しており、そのうち多くの人々が平野部に居住している。埼玉県は50年以上も前から生活に使うために地下水を過剰に利用してきた。地下水利用の理由は2つあり、1つ目は地下水を利用した方が経済的にリーズナブルであること、2つ目はダム建設にはコストがかかり、ダム投資に力を入れなかったことである。昭和30年代から現在に至るまで、県の自治体は地下水を汲み続けているという現状があるのだ。⁶こうした事情により地盤沈下問題が発生した。1961年以降、毎年沈下量の測定が実施されるようになった。初期は川口市、戸田市、草加市等の県南エリアで著しい沈下が測定されたのだが、1970年代半ばになると所沢等の県西エリアに沈下の中心が移り、1980年代以降は鷲宮や栗橋といった県北東エリアの沈下量が大きくなった。初期は主に工業用水のための地下水採取が原因だが、時が経つにつれて水道用地下水のための地下水採取の比重が高まった。2012年における県全体の地下水採取の内訳は、水道用が63.1%、工業用が19.0%、農業用が9.5%となっている。1970年代から県西エリア及び県北東エリアでの沈下量が年間10cmを超えるようになった。また、このような地下水採取における地盤沈下は関東平野北部の他のエリア、即ち栃木県、群馬県、茨城県、千葉県においても問題化しているが、県別に地下水採取量を見ると、関東平野北部で埼玉県が半分

⁵ 埼玉県 <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0206/03suikei/>

⁶ 羽生市ムジナモ保存会

<http://blog.goo.ne.jp/10812191023/e/009021bea228eebf74512da080e5ef0a>

以上の採取量を占めていて、一番被害が甚大であることが分かる。⁷埼玉県では地下水採取が、将来どのような被害をもたらすのかを考えることなく、コスト重視で地下水を採取し続けた結果、地盤沈下が引き起こされたのだ。埼玉県の地盤沈下の原因が地下水採取であり、それは解決することができる可能性がある点、関東平野北部でも埼玉県が一番地下水採取をしてきた点、実際に筆者が埼玉県に住んで生活の中で地盤沈下に対して問題意識を感じてきた点から、筆者は地盤沈下の、とりわけ埼玉県に焦点を当てている。

3.2 地下水採取規制

先ほど地下水の過剰な採取が地盤沈下の甚大な被害をもたらすことを示した。地盤沈下の原因が地下水と判明した以上、当然国は地下水採取に対して規制をかけて地盤沈下問題の緩和策を講ずる。ここでは、規制が現在どのレベルで行われているのかを明らかにする。

①工業用水法（昭和 31 年法律第 146 号、経済産業省、環境省共管）

I、地下水採取によって地盤沈下が発生し、かつ工業用水の利用が多い特定の地域を政令で指定する。指定を受けた地域は現在では全国で 10 都府県、17 地域存在する。

II、指定を受けた地域に、工業用井戸についての許可基準を定める。この許可基準はストレーナーの位置と揚水機の吐出口の断面積についてのものである。また、工業用井戸の設置と変更に関して都道府県知事による許可制とする。

III、既に作られた井戸のうち、許可基準に合わないものに関しては、工業用水道を設けるなどして強制的に水源を転換させる。⁸

⁷ 地下水学会誌 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jagh/57/1/57_29/_pdf

⁸ 経済産業省

http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/kougyouyousui/chikasuitaisakunogaikyo21fy.pdf

②建築物用地下水の採取の規制に関する法律（環境省所管）

I、地下水採取によって地盤沈下が発生し、それによって高潮、出水等の災害が発生する可能性のある地域において政令で指定する。

II、指定を受けた地域の一定規模以上の建築物用井戸について許可基準を定めて許可制にする。現在では全国で4都府県4地域が地域指定されている。

③条例等に基づく規制

多くの地方公共団体（平成15年9月現在においては、25都道府県、310市町村）では、地下水採取規制等の条例によって地盤沈下の策を図っている。⁹

①と②の規制はどちらも埼玉県の一部エリアが地域指定されているのだが、指定地域面積は工業用水法では154平方km（川口市の一部、さいたま市の一部、草加市、蕨市、戸田市、鳩ヶ谷市、八潮市）、建築物用地下水の採取に関する法律では253平方km（川口市、さいたま市、蕨市、戸田市、鳩ヶ谷市）¹⁰であり、埼玉県における総面積3797.75平方km（2017年1月1日現在）¹¹のそれぞれ約4%、約6.7%程度にしか過ぎない。このため全体的な解決には至らず、工業用水法、建築物用地下水の採取に関する法律の及ばない範囲においては③の条例に基づく規制が各自治体によって制定された。

⁹ 環境省 http://www.env.go.jp/water/jiban/gaikyo/chap_01c.pdf

¹⁰ 国土交通省

<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H17/sankou07.pdf>

¹¹ 埼玉縣市町村プロフィール <http://uub.jp/cpf/saitama.html>

埼玉県生活環境保全条例（条例第 85 条～第 103 条）

これは先程の条例等に基づく埼玉県の規制であり、内容としては先程の工業用水法と建築物用地下水の採取に関する法律の双方の規制内容を合わせて、加えて地下水の採取量を定めたものである。この条例によれば地下水の採取量は、1 日当たり最大 50 立方m以下¹²とする、と定められている。

地盤沈下防止等対策要綱

地盤沈下の被害が著しい濃尾平野、筑後・佐賀平野、関東平野北部の 3 地域において、地盤沈下防止等対策関係閣僚会議において、地盤沈下防止等対策要綱が制定された。これは、地下水の過剰採取規制、代替水源の確保及び代替水の供給等により地下水の保全を図り、地盤沈下による災害の防止及び被害の復旧、そして地域に応じた総合策を講ずることを目的としている。その中でも関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱は 1991 年 11 月に決定され、保全地域の地下水採取目標量を年間 4.8 億立方mと定めている。しかし 2012 年度における地下水採取量は年間約 4.9 億立方mであり、この目標量を上回っている。また、2013 年度における濃尾平野の地下水採取目標量は年間 1.4 億立方m、筑後・佐賀平野における地下水採取目標量は佐賀地区では年間 320 万立方m、白石地区では年間 310 万立方mと、この数値からいかに関東平野北部の地下水採取目標量が多く割り当てられていて、かつ関東平野北部の地下水問題の深刻さが分かる。また、関東平野北部の地下水採取目標量年 4.8 億立方mのうち、埼玉県の地下水採取目標量は年 3.2 億立方m¹³であり、埼玉県の地下水問題の深刻さを改めて理解するとともに、地下水問題解決の意義をさらに強めることができる。

¹² 埼玉県 <http://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/901-20091218-19.html>

¹³ 国土交通省

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk1_000065.html

工業用水法、建築物用地下水の採取の規制に関する法律、埼玉県生活環境保全条例（条例第 85 条～第 103 条）、関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱によって埼玉県の地下水過剰取水問題は部分的には解決されたが、埼玉県における最大地盤沈下量 0mm が達成された年はまだ到来していない。この最大地盤沈下量 0mm の目標を達成してはじめてこれらの規制や条例が完全な解決に繋がったと言える。

4. 今までのまとめと問題意識

本章では、今までのまとめとそこから見えてくる問題意識を炙り出す。地盤沈下は要因別に自然的な要因と人為的要因に分けることができ、この内埼玉県における地盤沈下は後者にあたり、地下水の過剰採取から地盤沈下が引き起こされている。また、地下水問題は地盤沈下以外にも地下水位の低下、湧き水の消滅、河川汚濁の進行、地表の乾燥化及びヒートアイランド現象の加速、動植物を含む自然環境への影響等、様々な被害をもたらすので地下水問題は早急に、そして完全に解決される必要がある。地盤沈下が引き起こされると直接的被害と間接的被害が発生し、住民の生活に支障をきたす。地盤沈下で住宅が沈んだ場合、住民は工業者に委託して修理してもらうのだが、ほとんどの業者が平均約300万程度と非常に高価であり、住民の生活水準を押し下げる結果となる。住民目線からも地盤沈下問題解決は幸福につながる。埼玉県は歴史的にコストのかかるダム建設を避けてきて、地下水過剰採取をしてきた。その結果全国的にみても埼玉県の地盤沈下被害は甚大なものとなった。これに対して工業用水法、建築物用地下水の採取の規制に関する法律、埼玉県生活環境保全条例（条例第85条～第103条）、関東平野北部地盤沈下防止等対策要綱が制定されて地盤沈下対策が推し進められたが、現在において未だに最大地盤沈下量0mmが達成されていない。これら規制によってどんなに頑張っても最終的に最大地盤沈下量0mmが達成されるだけなのだ。つまり地盤沈下のレベルは不変であり、地下水位は昔のレベルに戻らず、湧き水も復活せず、動植物を含む自然環境に好影響を与えることはできない。規制による現状維持を最終目標とするのではなく、地下水量を増やすような政策を講ずるべきであると筆者は考える。そこで以下、地下水量の増加政策を成功させた熊本市の例を紹介しつつ、その政策がどの程度埼玉県においても導入可能であるのか、その政策の実現可能性を検証していく。

5. 熊本市の取り組み

本章では、地下水の過剰摂取に対して問題意識を持って取り組み、地下水増加政策を成功させた熊本市の取り組みについて説明する。

5.1 熊本市の概要

熊本市は、人口約 68 万人であり、水道の水源を 100%地下水でカバーしている日本一の地下水都市である。地下水は産業用水としても用いられており、湧き水となって水前寺江津湖湧水群や金峰山湧水群等の水辺環境を形成している。それは憩いの場となっていることに加えて、熊本市の貴重な水文化の形成にもつながっている。熊本市の地下水は、約 27 万年前から 9 万年前の間に発生した阿蘇山の火山活動によって形成された、地下水を含みやすい地質や雨が降りやすい気候といったメカニズムによって生み出されている。阿蘇外輪西麓や、その近辺の台地部、白川中流域等から雨水が地下に浸入して地下水が育まれているのだが、この同じ地下水を共有しているエリアを熊本地域と呼んでおり、その地上の住民の生活用水のほとんどが地下水で賄われている。熊本市はこの豊かな地下水によってコストがかかるダムや浄水施設をつくることなく発展してきた。¹⁴



水前寺江津湖湧水群（平成の名水百選）

出典：観光地としてすばらしい名水部門-「名水百選」30 周年記念 選抜総選挙
(<https://water-project.env.go.jp/meisui/election-org/sightseeing.html>)

¹⁴ 熊本市 http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p16391_39_21planhp.pdf

5.2 熊本市の問題

地下水の形成に非常に恵まれた環境であるのにも関わらず、2000年代前半までの10年間は地下水位、湧水量は減少傾向であった。この地下水減少の主原因は2つあり、1つ目は地下水かん養域における都市化の進展である。都市化が進むことによって地表がアスファルトやコンクリートで覆われるようになり、それに伴って雨が降っても地下に侵入しにくい非かん養域が拡大した。2つ目は米の作付面積の減少である。米の消費や米価の低迷に伴って米の作付面積が大幅に減少した。水田は地下水の供給が大きいので、地下水形成にとっては致命的となった。このままのペースで地下水非かん養域の拡大、米の作付面積の減少が続くと、平成36年度における熊本地域の地下水かん養量は、同地域の平成19年度に比べて6.2%減少すると予測されている。また白川中流域の菊陽町辛川においては平成36年度には地下水位が2.3m低下すると予想されている。¹⁵

5.3 熊本市地下水保全プラン

このような地下水危機に直面した熊本市は、熊本市地下水量保全プラン（平成16年3月）、第一次熊本市地下水保全プラン（平成21～25年度）、その後に第二次熊本市地下水保全プラン（平成26～30年度）を策定し、地下水保全策を推し進めた。これらの取り組みによって地下水量を保全するとともに、第10回日本水大賞グランプリ受賞（平成20年6月）、国連“生命の水”最優秀賞を受賞するなど、全国的に評価を受けた。¹⁶熊本市の地下水量保全策としては以下の3つが挙げられる。

¹⁵ 熊本市

http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p48621_62_21p16391_39_21planhp.pdf

¹⁶ 熊本市

https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=172&sub_id=3&flid=35686

I. 地下水かん養対策

大津町、菊陽町及び白川中流域水循環型営農推進協議会と「白川中流域における水田湛水に関する協定」を平成16年に締結。

地元農家に市が助成金を交付する代わりに地元農家が水田に水を張ることで、自然作用を活かして地下水量を増やす。この水田を活かした地下水かん養は、地元農家にとっては経済的利益、市にとっては市の財産である地下水量を増やすことができるので、相互に利益を得る画期的なシステムであると言える。この事業の開始当初は約300戸の農家からの協力によって約765万立方mの地下水をかん養した。(平成16年度)また、平成26年3月時点ではこの数が増加して、協力してくれる地元農家は約450戸、そして年間約1500万立方mの地下水をかん養可能としている。10年間で農家数は1.5倍、地下水かん養面積は2倍に増加した。¹⁶



水田の水張り風景

出典：熊本市ホームページ

(https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=172&sub_id=3&flid=35686)

Ⅱ. 節水対策

熊本市では、市民1人1日230Lの生活用水使用量の目標を定め、平成24年度にこの目標を達成して1人1日228.9Lの生活用水使用量となった。市民協働で節水市民運動を展開し、節水実践コンクールや節水チャレンジ小学校等の実施を通して子どもたちを含めた節水の意識改革を行った。また市立の全小中学校に雨水貯留タンクを設けているのは短期的な節水だけではなく、子どもたちの節水意識を養うことにもつながる¹⁷ので、長期的な視点からの節水対策となる。市だけではなくて市民全体も巻き込むことで、みんなで協力し合いながら節水目標に向かって努力をすることで、共助意識も育つのだ。

節水チャレンジ小学校

節水チャレンジ小学校とは、熊本市水保全課の職員が節水チャレンジの申し込みをした小学校へ講師として出張し、パワーポイントや冊子を使いながら熊本市の地下水事情や節水方法を説明する。授業では実際に水の飲み比べも行っている。¹⁸こうした出張授業を通して子どもたちは熊本市の水資源に対して誇りを持つとともに、市の貴重な財産を守っていかうという意識が高まり、節水の重要性を学ぶことができる。子どもたちは将来成長し、やがては熊本市を支える中心人物になるだろう。そして節水意識が高い彼らは今以上に熊本市の地下水問題に取り組み、熊本市を出て日本全体の地下水問題に取り組みる者も出てくるだろう。彼らがどのように日本の水問題に貢献してより良い社会をつくっていかってくれるか、筆者は心から楽しみにしている。

¹⁷ 熊本市

https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=172&sub_id=3&flid=35686

¹⁸ 熊本市

http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/pub/detail.asp?c_id=42&id=230&m_id=52&mst=0



節水チャレンジ小学校の様子

出典：熊本市エコキッズプロジェクト

(<http://eco-kids.nobel-pro.com/portfolio-view/%E2%97%86%E7%AF%80%E6%B0%B4%E3%83%81%E3%83%A3%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%82%B8%E5%B0%8F%E5%AD%A6%E6%A0%A1/>)

Ⅲ. 地下水量の監視

市内 20 箇所、33 本の井戸において地下水位の観測を行っており、そのデータをホームページ上で開示¹⁹することで市民に情報発信をしてきた。地下水位のデータを市民に提供することで、自分たちの節水努力が数値として表れるのでモチベーションの維持につながるとともに、目標達成に向けてさらに頑張ろうという上昇意欲を高めることができる。

¹⁹ 熊本市

https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=172&sub_id=3&flid=35686

5.4 地下水かん養対策の有効性

以上 3 つの策より熊本市は地下水量を増やすとともに、地下水使用量を減らし、今もなお政策の効果が右肩上がりで出ているのだが、この中で筆者は「地下水かん養対策」に注目した。地下水量の監視は昔から埼玉県では実施されている。節水対策は住民の節水意識を高めることができ非常に大事な策であると思うが、埼玉県で導入されている埼玉県生活環境保全条例と効果はさほど変わらないと思われる。やはりどちらの策も地下水の使用量を規制しているのでその効果には限界がある。地下水の使用量規制は地下水量の現状維持を目標としており、過去の過ちの地下水損失分を補填することはできない。この熊本市地下水保全プランにおいて一番の画期的な政策が農家と協力をして地下水を増やす地下水かん養政策であると筆者は考える。地下水量の現状維持だけではなく地下水量を増やすことに目標が置かれているからである。地下水採取量の現状維持のための政策は既に行われているので、加えて地下水かん養対策を取り入れることで埼玉県においても地下水量の増加が引き起こされて地下水位が上がり、湧水が復活し、生態系が昔のレベルにまで高まり、そして何より本研究のテーマである埼玉県の地盤沈下問題を解決に導くことができるのではないだろうか。しかし熊本市でこの地下水かん養対策が成功したからといって埼玉県においても同じように成功するとは限らない。熊本市の農家が市に協力してくれたからといってそれと同じ条件で埼玉県の農家が協力してくれるとは限らない。熊本市の農家よりも埼玉県の農家のほうが冷たく、協力を得ることが難しい場合はこの地下水かん養対策の実現可能性が低くなる。以下では、熊本市で成功した地下水かん養対策の、埼玉県における実現可能性を検証していく。

6. 埼玉県における地下水かん養対策の実現可能性

前章では、熊本市を紹介しつつ地下水のかん養対策の有効性について述べた。本章では、地下水量を増やすことができる地下水かん養対策が埼玉県においても導入可能なのか、その実現可能性をアンケートを用いて検証していく。

6.1 熊本県と埼玉県における水田比較

地下水かん養に際しては水田の面積が大きければ大きい程かん養可能面積も増えるので、水田の面積は実現可能性を検証するにあたって重要な要素となる。

	総土地面積	田の面積	水田率
埼玉県	78,300ha	43,200ha	69%
熊本県	116,100ha	70,400ha	60.60%

農林水産省より筆者作成

<http://www.stat.go.jp/data/nihon/back14/zuhyou/n0701100.xls>

上図は平成 24 年における埼玉県と熊本県の水田面積の比較である。ここから分かるように、水田率（総土地面積に占める田の面積）は埼玉県が上回っており、水田面積という環境的要素において、地下水かん養は十分に実現可能であると言える。

6.2 農家へのアンケートの実施

アンケートの目的

埼玉県の農家がどのくらい地下水かん養対策に協力的なのかどうかをアンケートを通して検出し、この策の埼玉県民という県民性の観点から実現可能性を分析する。

アンケートの概要

調査期間

2017年1月下旬

調査対象

埼玉県の武蔵野線沿線の筆者の通学エリア（三郷市、吉川市、越谷市、川口市）の農家の人50人

調査手法

アンケート用紙を作成して回答者と対面、もしくは電話

調査内容

熊本市の地下水かん養対策における、市から農家への助成金と同じ額を仮に得ることができるかとする、埼玉県の農家はこの策に協力的になるのかを調べる。熊本市の農家への助成金は水田10a（約1000平方m）につき月11000円²⁰なので、この数値を本アンケートで利用する。アンケートでは地下水かん養の説明、地下水量の増加が地盤沈下対策につながることの説明書きを質問項目の上部に設ける。また、水田を張ってくれるかどうかを聞いた後、地下水量増加によって湧水が発生して生物多様性が豊かになること、豊岡市でのコウノトリ育む農法の説明書きを読んでもらった上で再度同じ質問に答えてもらう。

²⁰ 熊本市 http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p16391_39_21planhp.pdf

豊岡市のコウノトリ育む農法

兵庫県豊岡市では、かつて野生のコウノトリ最後の生息地であったが、1971年に絶滅してしまった。絶滅の理由はエサの消滅であった。水の豊かな場所にコウノトリのエサは存在していたが、田の乾田化によってエサである水生生物が姿を消し、捕食者であるコウノトリは絶滅してしまった。絶滅する前に人工飼育が始まって少しずつ数を増やしている。しかし外部環境を変えない限り、人工飼育されたコウノトリを放した時点で再び絶滅してしまう。そこで2003年、豊岡市と兵庫県は、JAと連携して「コウノトリ育む農法」を推し進めた。主な内容は化学肥料や農薬を使わないこと、そして田んぼに深く、冬期間も水を張ることである。水を常に張ることで生物多様性が豊かになり、コウノトリのエサである水生生物の数も増えて生息環境を整えることに成功している。2009年においては野生のコウノトリは35羽にまで増えている。²¹

このコウノトリのストーリーは、田に水を張ることで生物多様性が豊かになることの説明として分かりやすく、インパクトがあるので生物多様性の具体例としてコウノトリを選択した。



豊岡市のコウノトリ

出典：Sankei Biz

(<http://www.sankeibiz.jp/express/news/150817/exh1508170900001-n1.htm>)

²¹ 環境省

<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/shiraberu/policy/pes/satotisatoyama/satotisatoyama02.html>

6.3 アンケート結果と考察

アンケート結果

アンケートの回答者は計50人であり、質問①の回答としてはYESが16人、NOが34人、32%の方がYESと回答した。質問②は、質問①でNOと回答した34人が対象となっており、YESが12人、NOが22人、質問②でNOからYESに変化した方を含めた合計のYES割合は56%となり、質問①から質問②でYES回答者が24%増える結果となった。

	YES	NO	YES 割合
質問①(回答50人)	16人	34人	32%
質問②(回答34人)	12人	22人	56%

考察

質問①において、地下水かん養対策が地盤沈下改善につながることを説明した結果、NOの回答者が50人中34人もいた。YES回答割合が予想と比べて少なく驚いたが、NO回答の理由には主に次のようなものがあった。

- ・ 地盤沈下に問題意識を特に持っていない。
- ・ 昔から冬季は乾田にしているから伝統を守りたい。
- ・ 乾田の方が収穫量が上がるから好ましい。

湿田よりも乾田の方が生産性の面から優れているといったのが主なNO派の理由であった。このNO派の方達に地下水かん養対策がコウノトリを始めとする生態系保護につながり、乾田化によってある種が絶滅してしまう可能性を説明した後、再度質問②をした結果、YES回答が12人も増えた。YES回答の理由には主に次のようなものがあった。

- ・ 乾田化が種の絶滅につながってしまうことを知らなかった。
- ・ 動物が好き。
- ・ 自分たちの行為で動物たちを殺すわけにはいかない。

主には乾田のデメリットを初めて知ったことがNO派からYES派へと変わった人たちの理由であった。このアンケート結果からわかるように、地下水かん養対策で大切なのは知識の提供であり、地下水かん養が地盤沈下対策につながること、生物多様性の保護につながること、そして乾田化が種の絶滅につながることを、このような知識を協力者である農家の方達に提供することで地下水かん養対策の実現可能性が高まることが判明した。

実際に地下水かん養対策を導入して協力してくれる農家の割合を増やす上で大事なことは今まで乾田化を行ってきた農家に対しての十分な説明、そして十分な助成金である。乾田化を遂行する主な理由は経済的利益なので、この乾田から湿田への変化時における損失分よりも助成金が上回れば冬季に水を張るインセンティブが発生する。つまり県が農家に与える助成金額が増えれば増えるほど、この地下水かん養対策の実現可能性も高まっていくと考えることができる。

7. 終章

埼玉県における地盤沈下問題の主原因は過剰な地下水採取であり、全国的に見ても埼玉県の地下水採取量が過度に多い現状がある。この問題に対する現行の国と県による対応策は地下水量の現状維持を目標としたものであり、地下水量を増やすことができないため不十分であることが判明した。年間最大沈下量0mmは未だに達成されることなく地盤沈下が進んでいき、過去の地下水利用の借金を返済することもできない。熊本市で導入された地下水かん養対策では、農家からの協力を得ることで冬季の間にも田に水を張ってもらう。すると時間の経過とともに自然の作用で地下水量を増やすことができるのだ。この策は地下水問題が深刻な埼玉県において非常に有効な策である。本論文では、埼玉県における地下水かん養対策の実現可能性を検証した。まず熊本と埼玉の環境面からの比較である。これに際しては重要な要素である水田面積を比較した。水田率（総土地面積に占める水田の面積）が熊本県よりも埼玉県の方が上回っているというデータから、環境面からの政策導入条件はクリアしていると考えることができた。次に熊本市と埼玉県の農家の市民性を比較する判断材料としてアンケート調査を行った。このアンケートでは、地盤沈下問題よりも生物の絶滅問題を説明したほうが農家の協力率が上昇することが判明した。乾田が生物の絶滅につながることを政策導入時に説明すべきである。それでも乾田をしたい農家は経済的利益を追い求めているので、助成金を増やすことでそれが政策実現可能性の増加につながると考えられる。この熊本市における地下水かん養対策は、埼玉県において環境面、市民性の面から判断して実現可能性は十分にあるが、その可能性増加に対しては県が農家の方に乾田のデメリットを教えること、そして助成金をなるべく増やすことが鍵となっているという結論を得ることができた。

埼玉県が農家に対して情報提供する際には、例えば熊本市で行われている節水チャレンジ小学校のように、農家の方達を集会場等を集めて県職員がスライドを用い、十分な説明をすることが大切であると考えられる。

また本研究の分析にあたっては、埼玉県が地盤沈下対策として農家にどれほどの助成金を提供することができるのかを考慮することができたら分析結果がより現実的なものとなったであろう。アンケートにおいても今回は筆者の活動エリアを中心としたが、埼玉県の各地にもっと分散させてアンケートをすることができたら更に有意な結果が導出されたであろう。

8. 参考文献

1. 地盤沈下の原因やしくみ

<http://torendo.org/zibanchinka-262>

2. 日本地質学会

<http://www.geosociety.jp/faq/content0003.html>

3. 羽生市ムジナモ保存会

<http://blog.goo.ne.jp/10812191023/e/009021bea228eebf74512da080e5ef0a>

4. 日光カエル図鑑

<http://nikko.us/frogs/nihonakagaeru.html>

5. 地盤調査のエキスパート ジーテック・ジャパン

<http://www.gtec-japan.com/110616.html>

6. 埼玉県（地盤沈下の被害）

<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/901-20091202-17.html>

7. JFD 司法書士法人

<http://www.jfd.jp/company.html>

8. 埼玉県（人口）

<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0206/03suikei/>

9. 地下水学会誌

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jagh/57/1/57_29/_pdf

10. 経済産業省

http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/kougyouyousui/chikasuitaisakunogaikyo21fy.pdf

11. 環境省（地下水採取規制）

http://www.env.go.jp/water/jiban/gaikyo/chap_01c.pdf

12.国土交通省（地下水採取規制）

<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/hakusyo/H17/sankou07.pdf>

13.埼玉県市町村プロフィール

<http://uub.jp/cpf/saitama.html>

14.埼玉県（地下水採取規制）

<http://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/901-20091218-19.html>

15.国土交通省（地盤沈下防止等対策要綱）

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_tk1_000065.html

16. 観光地としてすばらしい名水部門-「名水百選」30周年記念 選抜総選挙

<https://water-project.env.go.jp/meisui/election-org/sightseeing.html>

17.熊本市（第1次地下水保全プラン）

http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p16391_39_21planhp.pdf

18.熊本市（第2次地下水保全プラン）

https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=172&sub_id=3&flid=35686

19.熊本市（節水チャレンジ小学校）

http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/pub/detail.asp?c_id=42&id=230&mid=52&mst=0

20. 熊本市エコキッズプロジェクト

<http://eco-kids.nobel-pro.com/portfolio-view/%E2%97%86%E7%AF%80%E6%B0%B4%E3%83%81%E3%83%A3%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%82%B8%E5%B0%8F%E5%AD%A6%E6%A0%A1/>

21. 農林水産省

<http://www.stat.go.jp/data/nihon/back14/zuhyou/n0701100.xls>

22. Sankei Biz (豊岡市のコウノトリ)

<http://www.sankeibiz.jp/express/news/150817/exh1508170900001-n1.htm>

23. 環境省 (豊岡市のコウノトリ)

<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/shiraberu/policy/pes/satotisatoyama/satotisatoyama02.html>

24. 守田優 (2012) 『地下水は語る 一見えない資源の危機』 岩波新書

9. あとがき

卒業論文執筆にあたり今回「埼玉県地盤沈下問題」をテーマとして選んだのは、まず私自身が育った場である「埼玉県」を扱いたいという思いからでした。卒業論文はテーマ選びの段階から長い道のりだということが分かっていたことに加えて、大沼教授が常々卒業論文のテーマは興味を持って取り組めるテーマにすべきだと助言してくださったので、この卒業論文執筆という機会に自分の故郷をテーマにしたいと思うようになりました。埼玉県の問題を調べていく中で地盤沈下問題が深刻であることを知り、かつ思い返せば生活を通して私自身埼玉県の地盤沈下に問題意識を持っていたので、「埼玉県地盤沈下問題」をテーマとして選定しました。調べていく中で、埼玉県の地盤沈下の主原因が過剰な地下水採取であったことも、このテーマで進めようと決意した要素です。大沼あゆみ研究会でゼミ活動をしていく中で、環境問題の多くは人間の経済活動の結果引き起こされたものであり、問題が自然的要因ではなく人為的要因から発生したものである限り、何かしらの規制や政策で緩和、そして解決することができるということを学びました。人が起こした問題は人によって解決される、というのが環境経済学なので、埼玉県の地盤沈下問題の背景に人間による経済活動（地下水過剰採取）があることを知り、最後まで研究に取り組めることを確信しました。この卒業論文執筆はとても長い、果てしない道のりでしたが、最後まで楽しみながら研究活動に没頭することができました。

2年前に大沼あゆみ研究会の門を叩いたきっかけは「何となく環境経済学が面白そう」と思ったことです。2年後の今再考してみると、やはり環境経済学は面白い学問でした。最初は私にとって環境経済学は雲をつかむようなものでした。しかし教科書発表や新聞発表を繰り返していくうちに、段々と環境経済学の本質や政策提言の考え方が分かるようになり、そこに面白みを感じるようになりました。ゼミは面白みだけではなくて教科書発表や新聞発表、インゼミ発表や卒業論文執筆等、幾多の困難がありました。その困難をゼミの仲間と協力して乗り越えたからこそ今の私があり、社会に出るときにも何かしらの形で役に立つと確信しています。この2年間濃厚な学生生活を送ることができたのも、大沼あゆみ研究会に所属していたからこそであり、経験は私の人生における糧となりました。

時に厳しく、時に優しく指導してくださった大沼あゆみ先生、ありがとうございました。発表ごとにアドバイスをしてくださった院生の皆さん、そして共に歩んだ13期の仲間たちに心から感謝しています。ありがとうございました。

2017年2月 大沼あゆみ研究会 13期 矢沢祐希