

那須野ヶ原における人為的インパクトと環境の変化に関する歴史的考察

Historical study on environmental change by human impacts in Nasunogahara Plateau

田中 伸治^{*}
Shinji Tanaka^{*}

皆川 朋子^{*}
Tomoko Minagawa^{*}

島谷 幸宏^{*}
Yukihiro Shimatani^{*}

ABSTRACT: River improvement or agricultural land improvement causes not only direct change but also shrinkage and fragmentation of habitat on a large geographical scale like a river basin, so a lot of species may become extinct in the future if this trend continues. The purpose of this study is to understand the environmental change of habitat by human impacts through analyses of historical records. Human impact like a land development and environmental change like decrease of spring water in the study area was studied using historical records. Historical changes of land use and channel network were surveyed and made to GIS data to be used as basic data of next studies. As a result, it was revealed that land use was greatly changed with increase of human impact, especially forest to cultivated land. In the next step, actual situation of shrinkage and fragmentation of habitat should be understood through biological survey, survey of structures and network analysis of channels.

KEYWORD; Habitat, Fragmentation, GIS

1 はじめに

自然環境に対して与えられる人為的なインパクトとしては、古くは開墾等の農地開発に始まり、河川改修による河道の直線化、近年では大規模な圃場整備、都市開発による宅地化などがあげられる。これらの人為的なインパクトは生物の生息地を直接的に改変するだけでなく、広域的なスケールで眺めた場合にも、生物の生息空間の縮小化、各生息空間相互の分断化を招いているといえる。例えば、水路と水田を行き来して産卵・成長するドジョウやフナ類は、河川や水路に設けられた堰・水門により移動できる場所が制限され、生息範囲を狭められていると考えられる。生物多様性を維持するためには生物種に応じた適切な広さの生息空間が必要だが、今後こうした状況が進めば、数多くの種が絶滅することも考えられる。このため、生物生息空間の縮小・分断化を防ぎ、良好な環境を保全するための対応が必要となっている。

既往の研究では、水田のような河川周辺の水域が魚類の繁殖場所として利用されていることが魚類調査等を通して示唆されている。藤咲ら¹⁾は水田地帯の水路と水田の間でドジョウののぼり・くだりの生物量を調査し、ドジョウの双方向移動は中干しなどの水田の水管理と密接な関係があることを示し、再生産の場としての水田の重要性を述べている。斉藤ら²⁾は水田のような一時的水域を利用する様々な魚種について採捕・行動観察を行い、利用形態をタイプ分けして、一時的水域が多様な生息環境を生み出し周辺水域の魚類相を豊富にしていると考察している。また、端³⁾は水田と水路の間が分断されている圃場整備済みの地域において、休耕田と用水路の間に段差の小さい落差工を設けてフナ等の魚類が遡上する状況を観測している。こうした生物の移動を生息空間のネットワークという観点から捉えたものとして、李ら⁴⁾はトンボの生息空間相互の面積や距離などの特性から連続性の指数を求め、エコロジカルネットワークにおけるトンボの生息可能性を評価している。このように生物の広域的な生息環境を評価するためには、生物情報と地理的情報を統合

^{*} 建設省土木研究所 Public Works Research Institute, Ministry of Construction

したデータに基づいて定量的かつ空間的な分析を行う必要があるが、それとともに生息環境の変化がどのような背景・過程を通じてその地域に起こったのかを整理して理解することも重要な観点である。

2 研究の目的と方法

本研究では、生物の広域的な生息環境を理解する第一段階として、大河川流域において開発等の人為的なインパクトにより生物の生息環境が歴史的にどのように変化してきたかを把握することを目的とする。

那珂川上流部の栃木県那須野ヶ原は、明治以降、開拓等の人間活動により自然へのインパクトが与えられてきた地域であり、現在も各地で圃場整備事業などが進められている。また、扇状地地形のため湧水が豊富であり、これに依存するトゲウオやミヤコタナゴ等の希少種が生息しているが、近年、湧水の減少に伴いこれらの種の減少が報告され、絶滅が危惧されている地域でもある。本研究では、この地域を対象に人為的インパクト及び自然環境の変化について把握する。

本研究では、対象地域の市町村史、開発史等の歴史史料を利用して、対象地域に発生してきた人為的なインパクトを整理する。そして、旧版地図を利用して明治期以降の土地利用の変遷を把握し、対象地域において新田開発のような人為的なインパクトがどのような形で広がってきたかを分析する。さらに、人為的インパクトの影響を受けやすい環境として湧水及び地下水に着目し、その環境の変化の要因を考察する。

3 那須野ヶ原の地形・地質的な成り立ち

那須野ヶ原（図 1）は栃木県の北部に位置し、那珂川と箒川に囲まれた木の葉形の複合扇状地であり、中央を流れる蛇尾川・熊川は扇状部では厚い砂礫層のため水無川となっている。地形は平らな扇状地の那須野面を中心に、河川のそばに河岸段丘面、河川から離れた場所に河川に平行な細長い丘陵面が存在する。

「西那須野町の自然」⁵⁾によれば、那須野ヶ原の基盤は第三紀に海底火山の活動により堆積した緑色凝灰岩である。第三紀末に地殻変動が起こり、それが隆起して盆地上の湖水が形成された。その後、第四紀洪積世において山地からの泥・砂利が堆積して礫層を形成し、これは現在深層地下水の帯水層となっている。さらに、火山活動による火山灰や軽石がその上に堆積して凝灰岩層ができ、これが新しい地下水の基盤となっている。これにより湖水が埋められ、その後火山活動が止むと、この上を箒川や蛇尾川が周囲を削りながら流れるようになった。これらの河川の側刻、下刻の浸食作用により河道には砂礫が堆積し、削り残されたところは残丘として扇状地上の微高地となっている。このときの砂礫が堆積した旧河道が現在の浅層地下水の帯水層であり、この



図 1 対象地域

表 1 江戸時代の用水⁶⁾

上に火山活動によるローム層が堆積したのが、現在の那須野ヶ原である。

4 歴史史料から見る人為的インパクト

「那須疎水百年史」⁶⁾によれば、那須野ヶ原は扇状

	用水名	水源	開削年次	目的
那須西原	蓑沼用水（大田原堀）	蛇尾川	1596・1615	はじめ折戸外 4 か村飲用水、のち大田原城下まで延長される
	巻川用水	大巻川	1647	唐杉村外 7 か村の飲用水
那須東原	長島堀（岩崎堀）	那珂川	1658	新田開発
	穴沢用水	木ノ俣川	1763	穴沢村の飲用水
	〃 延長		1772	弥六、岩崎方面へ延長、飲用水
	〃 延長		1785	木綿畑村への延長、飲用水
	山口堀		1810	穴沢用水の拡張と延長、新田開発
	小巻川用水	小巻川	不詳	木綿畑新田飲用水

地地形で元来水が乏しく土地がやせているため、大半が原野・雑木林であった。江戸時代になると飲用目的や新田開発のための用水が那珂川や蛇尾川上流を水源として開削され、徐々に開発が行われた。江戸時代に開削された用水をまとめると、表1のようになる。これらの用水は、洪水による破壊や路線変更などで、その後一部を除いて廃堀となっている。江戸末期には商人が大田原藩の許可を得て荒れ地を開墾して、栗・柿・梨等の果樹栽培を行う開発も行われた。

明治に入ると士族授産のための国営開墾事業が始まり、華士族や政商に払い下げられた官有地に開墾結社による大農場が成立した。そして明治18年に那須疎水が開削されて、那須野ヶ原全域で水田開発が進められるようになった。

江戸時代と明治時代の水利用を比較すると、図2のようになる。ここに示されている用水の延長を単純に比較すると、江戸時代は96kmであるのに対し、明治時代は140kmと約1.5倍に増加している。また、江戸時代には用水が引かれたのは扇頂～扇央の河川付近に偏っているのに対し、明治時代には扇状地全体をカバーするように用水が引かれ、この時期に那須野ヶ原全域を開発する基盤が整ったと考えられる。

戦後になると、食糧増産の要請が高まり、食糧難の解決と失業対策のため、農地改革の未開墾地開放とともに緊急開拓事業が実施された。また、機械化により労力が減り、電気揚水が急速に普及して水田開発が一気に広がった。その後は、昭和40年代に国営開拓事業も始まり、各地で土地改良事業などが進んでいる。

史料から得られた耕地面積の推移を図3に示す。これによると耕地面積は戦後20年ほどの間に大幅に上昇しており、その多くが水田に利用されていることがわかる。

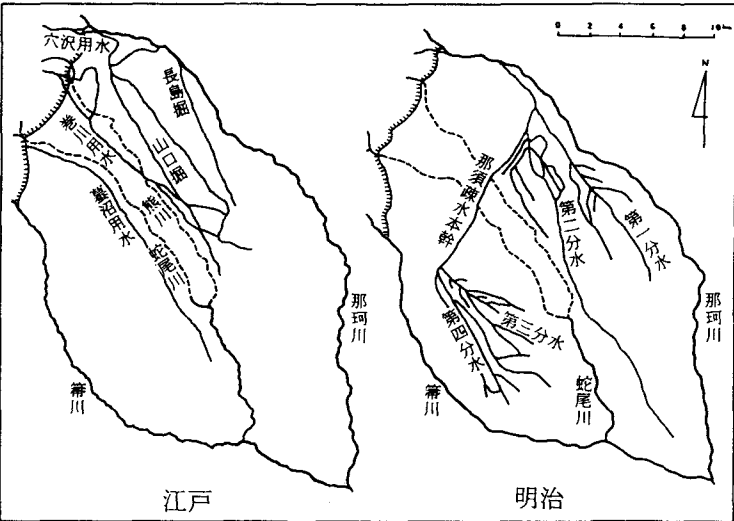


図2 江戸時代と明治時代の用水
「黒磯市誌」⁷⁾「那須疎水百年史」⁸⁾より作成

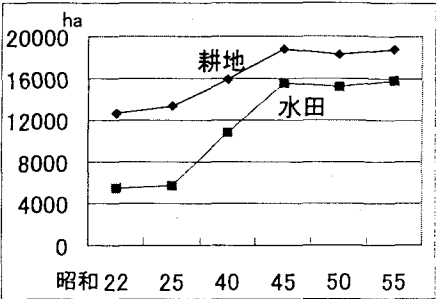


図3 耕地面積の推移
「那須疎水百年史」⁸⁾より作成

表2 対象とする凡例区分

5 土地利用の変遷

明治40年代・昭和20年代・昭和40年代・現在の4時期の旧版地図を用いて那須野ヶ原の植生及び土地利用の変遷を読み取り、GISデータとして整理した。各時期で読み取った植生区分、土地利用

時期	植生区分	土地利用区分
明治40年代	草地、果園、茶畑、桑畑、田、荒地、竹林、鍼葉樹林、潤葉樹林	市街地・集落、水域、その他
昭和20年代	果園、茶畑、桑畑、沼田、水田、乾田、荒地、樺櫟科樹林、竹林、鍼葉樹林、潤葉樹林、草地	市街地・集落、水域、その他
昭和40年代	田、畑・牧草地、果樹園、桑畑、茶畑、その他の樹林、広葉樹林、針葉樹林、はいまつ地、竹林、しの地、やし科樹林、荒地	市街地・集落、水域、その他
現在	田、畑、果樹園、桑畑、茶畑、その他の樹林、広葉樹林、針葉樹林、はいまつ地、竹林、しの地、やし科等樹林、荒地	市街地・集落、水域、その他

区分は表2の通りである。植生については地図上の植生区分記号の点データを最近隣内挿法により面データに変換し、土地利用区分の面データと統合した。

各時期の土地利用状況の変遷を図4に示す。昭和20年代までは森林が大きな割合を占めており耕作地は河川沿いの土地に限られているのに対し、昭和40年代以降では耕作地が山地を除く那須野ヶ原のほとんどの部分を占めている。戦後のこの間に起きた開発により環境が大きく変化したことが伺われる。市街地などの造成地も増加してはいるが、耕作地の増加ほど大きな広がりではない。また、残されている森林も、パッチ状に細かく分断されて点在するという状況が起こっている。

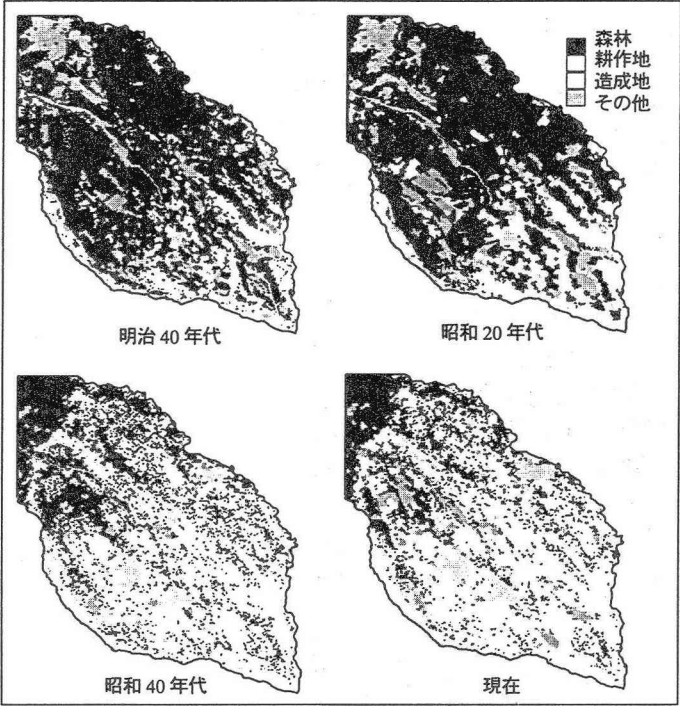


図 4 土地利用の変遷

表 3 土地利用面積の集計

大区分	中区分	第1期	第2期	第3期	第4期
耕作地	果樹園	1,282,500		810,000	680,000
	畑・草地	2,080,000	5,107,500	52,270,000	59,097,500
	田	75,705,000	87,115,000	205,555,000	215,815,000
	小計	79,067,500	92,222,500	258,635,000	275,592,500
森林	針葉樹林	132,635,000	104,297,500	76,005,000	61,895,000
	広葉樹林	140,155,000	157,095,000	58,745,000	47,297,500
	その他樹林	2,842,500	3,127,500	270,000	425,000
	小計	275,632,500	264,520,000	135,020,000	109,617,500
造成地	市街地・集落	5,035,000	9,355,000	12,447,500	16,175,000
	水域		342,500	572,500	287,500
	荒地	50,720,000	38,232,500	14,577,500	13,772,500
	その他	17,340,000	23,122,500	6,542,500	12,350,000
その他	小計	68,060,000	61,697,500	21,692,500	26,410,000
	合計	427,795,000	427,795,000	427,795,000	427,795,000

この面積を集計したのが表3及び図5であるが、やはり昭和20年代から40年代にかけて土地利用の変化が大きいのことがわかる。利用区分としては主に森林が耕作地へと変化しており、森林面積が5分の2に減少しているのに対し耕作地は3倍程度に増加している。細かい区分で比較すると、

耕作地は大半が田であるが、扇頂付近では畑・草地も広く分布している。森林の減少分の中では、針葉樹林よりも広葉樹林の方がより大きく減少している。また、荒地も時代が進むにつれて減少し続けている。

6 湧水への影響

湧水は、トゲウオのような冷水性の生物にとって生息のために最も重要な環境であるが、一方で人為的なインパクトにより非常に影響を受けやすい環境でもある。図6は那須野ヶ原における昭和36年と現

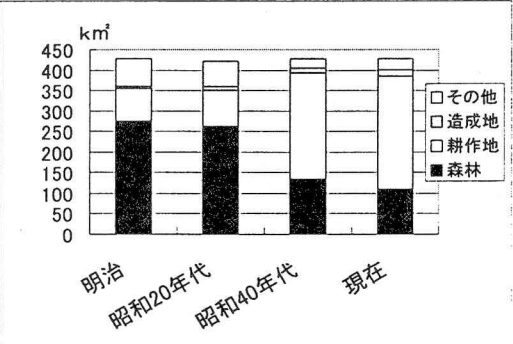


図 5 土地利用面積の変化

在の湧水の場所を等高線とともに示したものである。湧水は一般に扇状地の扇央～扇端に多く分布し、那須野ヶ原では概ね標高 250m の等高線より扇端側に多く存在する。また、河川のそば、丘陵地の斜面下に湧き出ることが多く、等高線が扇端側に張り出した脇に存在するものも確認できる。2つの時期を比較すると扇端部を中心に湧水の減少が著しい。この変化によって、湧水に依存する生物は大きな影響を受けていると考え

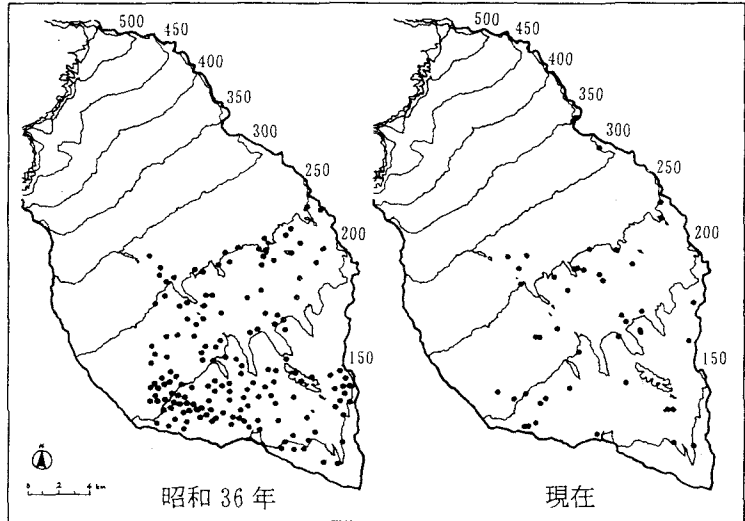


図 7 湧水の分布の比較

「那須野盆地」⁹⁾「那須野原地区水文地質図」¹⁰⁾より作成

られる。栃木県の報告書¹¹⁾によれば、トゲウオ科のイトヨは、以前は大田原市の各地で生息が確認されていたが、1990 年以降では 1ヶ所しか生息が確認されていない。

湧水減少の原因としては河川改修・圃場整備による湧出地点の直接的な改变の他に、井戸等による地下水の過剰な汲み上げ、地下水の供給元となる涵養源の減少等があげられる。涵養源の減少要因には、都市化、土地改良による水田の乾田化、水路の三面コンクリート化、減反による水田の畑地化などがある。このように、近年の湧水の減少には、その供給元である地下水の実態が大きく関わっていると考えられる。「西那須野町の自然」⁵⁾によれば、扇状地地形である那須野ヶ原には前述したように浅層地下水と深層地下水の 2 種類の地下水が存在する。那須野ヶ原の地下断面の概念図を図 6 に示す。浅層地下水は蛇尾川等の埋没した旧河道の跡を流れており、このような地下谷は那須野ヶ原全体に 10 本程度あるといわれている。扇央部の浅層地下水は水位変動が大きく、変動幅は年間で数 m から 10m にも達する。水位が最も低いのは 3 月下旬から 4 月上旬で、最も高いのは 8 月下旬から 9 月上旬である。深層地下水は凝灰岩層に挟まれた砂利・礫層に存在し、その深さは扇頂部で 100m 程度、扇端部で 15m 程度といわれている。地下水の流速は速いところで 10～40m/h である。

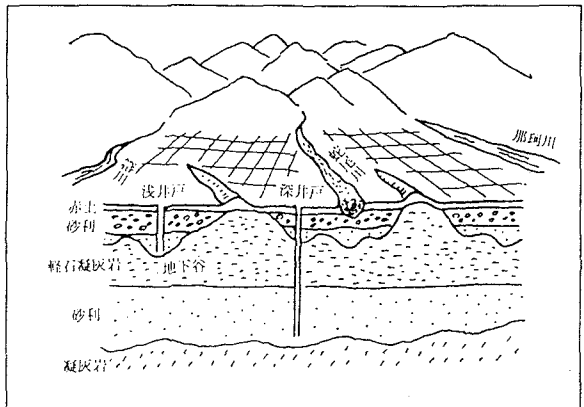


図 6 那須野ヶ原の地下断面

「西那須野町の自然」⁵⁾より作成

表 4 地下水の利用形態

	～近世	明治 (用水)	昭和30～50年	昭和50～現在
利用形態	湧水		浅井戸	深井戸
施設数	24ヶ所		5,391本	364本
年間揚水量 (昭和60年時点)	300万t		3億3,100万t	1,800万t
用途		農業		工業、上水道

「第3回地下水利用形態調査」⁸⁾より作成

表 4 は過去から現在にいたる地下水の利用形態の変遷を示したものである。地下水の利用は、戦前におい

ては小規模な井戸の汲み上げ以外は湧水として湧き出しているものを利用する程度であったと考えられる。しかし戦後、食糧増産を目的とした水田開発が各地で進むと、那須疎水等の用水路だけでは水を十分に確保することができず、電気揚水が広く普及したこともあり特に扇央～扇端部では開田場所ごとに浅井戸を掘削して水源を確保する動きが高まった。こうして主に農業用に大量の浅井戸が掘削され、地下水位が大きく低下したと推測される。ちなみに、那珂川からの那須疎水の取水量は毎秒 5t とすると年間 1 億 5,000 万 t 程度であり、その 2 倍もの地下水が浅井戸により汲み上げられていることになる。その後は、浅層地下水の減少に伴い、新たに進出した工場などでは深層地下水を利用する深井戸の掘削も行われ、地下水への人為的インパクトは増大し続けている。この結果、湧水も図 5 に示したように大幅に減少し、那須野ヶ原の湧水環境は戦後大きな影響を受けてきたといえる。

7 まとめ

本研究では、市町村史や開発史、旧版地図等の歴史史料を用いて、対象地域に発生した人為的インパクトを整理し、それに伴い自然環境がどのように変化したかを把握した。その結果、生物が生息する基盤となる自然環境が、新田開発のような人為的インパクトに対応して影響を受けてきた状況を歴史的な背景を含めて確認することができた。今後は、構造物調査・生物調査というミクロな視点での分析や、水路の接続関係のようなネットワークとしての水路網の分析を行い、生物の生息空間が人為的インパクトにより縮小・分断化している実態を把握する予定である。

8 参考文献

- 1) 藤咲雅明・水谷正一・佐々木誉・鈴木正貴、一時的水域（水田）と水系ネットワークが支えるドジョウの再生産に関する研究、農業土木学会大会講演会講演要旨集、1997、pp294-295
- 2) 斉藤憲治・片野修・小泉顕雄、淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入、日本生態学会誌、Vol.38、1988、pp35-47
- 3) 端憲二、休耕田への魚類の遡上試験について、農業土木学会大会講演会講演要旨集、1998、pp338-339
- 4) 李承恩・盛岡通・藤田壮、都市域におけるビオトープの連続性評価及びエコロジカルネットワークの形成に関する研究、環境システム研究 Vol.27、1999.10、pp285-292
- 5) 西那須野町、西那須野町の自然、西那須野町史双書 1、1991
- 6) 那須疎水土地改良区、那須疎水百年史、1985
- 7) 黒磯市、黒磯市誌、1975
- 8) 関東農政局、第 3 回地下水利用実態調査、1985
- 9) 農林水産省、那須野盆地、1961
- 10) 関東農政局、那須野原地区水文地質図
- 11) 栃木県、県北地域自然環境調査現況調査報告書、1997