

下総台地における開発にともなう谷津の水質の変化

東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 M2

篠村 善徳

第Ⅰ章 はじめに

都市近郊における台地や丘陵地では、人手が加わって形成されてきた特有の二次的な自然が少ない面積ながら残されている。近年は、こうした空間が貴重な生物生息地・レクリエーションの場・伝統的な景観として新たに注目され、保全に向けた意識が高まっている。しかし、周辺の開発が二次的な自然におよぼす影響を科学的に把握した上で、保全策や保全すべき範囲を打ち出す取り組みは、ほとんど行われていない。

そこで本研究では、これまでに研究事例の少ない台地を開析する崖端侵食谷－谷津－の谷頭湧出水に着目し、台地上の水源涵養域が住宅地や畑地に開発されることにより、二次的な自然が残る谷津の水質にどのような変化をおよぼすか検討を加える。さらに、その検討をふまえて、水質面からの保全策や保全すべき範囲を提言する。

第Ⅱ章 調査地域の概観

本研究の調査対象地域は、千葉市の中心市街地より東へ5～10km に位置する下総台地の一部とした。当地は、標高30～40mの下末吉面相当の台地で、地形・地質条件がほぼ一様である。また、台地を樹枝状に開析する谷津では、谷頭部より浅層地下水が湧出する。市街地開発は1960年代から活発におこなわれ、台地上には住宅地が広がっている。また対象地の北部は、依然、森林や畑地を切り開いて新たなニュータウンが建設されており、開発圧が強い地域といえる。

台地上の時間的な土地利用変化を流域単位で追うと、森林から大規模な住宅地へと変化するニュータウン型の変化と、森林や畑地が徐々に住宅地へと変わる農地転用型の変化がある。こうした開発に応じて水質がどう変化してきたか、過去にさかのぼって水質データを得ることはできない。そこで、水源涵養域における土地利用が、森林卓越から開発がおよんだ畑地卓越や住宅地卓越の様々な割合になるように17の採水地点を設定し、現時点における水質の分布を捉えた。

第Ⅲ章 調査方法と測定結果

野外において電気伝導度・pH・水温など基本的な水質項目の測定および採水、実験室において主要化学成分の測定をおこなった。また、現地における採水は、降水による時間的な水質変動を考慮するため、雨天日からの日数を参考に同地点で4回実施した。

17地点の電気伝導度と8主要成分のモル当量の総和とは、直線回帰されたことからデータには信頼がおけることが確かめられた。

測定結果から、本研究対象地における水質は、降雨による時間的な変動よりも、空間的な分布による差異のほうが2.4～9.8倍大きいことがわかった。また、対象地の地質条件が同様であることから、化学組成は土地利用により左右されることが確認できた。

第IV章 土地利用と水質との相関関係の検討

土地利用と8主要化学成分の関係性を明らかにする解析をおこなった。各採水地点の水源地涵養域に広がる土地利用面積および割合を算出し、17地点のすべてについて土地利用の割合を変量に主成分分析をおこなった。その結果、主成分1に「住宅地開発度」、主成分2に「畑地開発度」を得た。各採水地点に、2つの主成分の得点をそれぞれ付与し、この得点と8主要化学成分のモル当量とで相関分析をおこなった。4時期の採水回ごとに分析はおこなったが、結果は4時期ともにほぼ同様になった。

本研究対象地の水質は、住宅地開発度と Na^+ Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} との成分の相関が高く、 HCO_3^- \cdot Mg^{2+} \cdot Ca^{2+} \cdot SO_4^{2-} が増加しやすい。畑地開発度と Na^+ Mg^{2+} Cl^- NO_3^- SO_4^{2-} との成分との相関が高く、 Ca^{2+} \cdot SO_4^{2-} \cdot NO_3^- \cdot Cl^- が増加しやすいという結果を得た。

第V章 考察と結論

SO_4^{2-} \cdot Mg^{2+} \cdot Ca^{2+} については「住宅地開発度」との相関が高く増加もしやすいことから、住宅地の土地利用の影響を強く受けているといえる。同様に、 Mg^{2+} および NO_3^- については「畑地開発度」との相関が高く増加しやすいことから畑地の土地利用の影響を強く受けているといえる。 Na^+ は畑地が卓越した場所で Cl^- との相関が高く、 NaCl というかたちでもたらされたものが、そのまま地下水に溶け込んで湧出していると考えられる。 HCO_3^- は、住宅地という土地利用の影響を比較的受けやすく、 Ca^{2+} とともに炭酸塩として存在しやすいことが考えられる。このように本研究対象地における水質は化学成分によって土地利用の項目や開発の度合いに対する反応が異なることがわかった。こうしたそれぞれの化学成分の特性が、現在の土地利用に対応した空間的な水質の差異を決めている判明した。

これをふまえ、土地利用の空間的な差異を開発の度合いをもとに時間軸に置き換えることで、水源地涵養域が森林が卓越した土地利用から住宅地や畑地へ開発されていく場合に予測される谷津の水質の変化を示すことができた（図）。

谷津の水源地涵養域が住宅地や畑地へ開発されると様々な化学成分が増加し、結果的に湧水の溶存分量を高めている。この中でもとりわけ、 NO_3^- や SO_4^{2-} は生物に影響を与えやすい。水環境の面から提言すると、涵養域を含めた流域全体での広い保全が必要であり、森林として担保することが望ましい。また、すでに開発がおよんでいる地域では、土水路にして NO_3^- や SO_4^{2-} などの自然浄化を促すなど、水質面での対策が必要である。

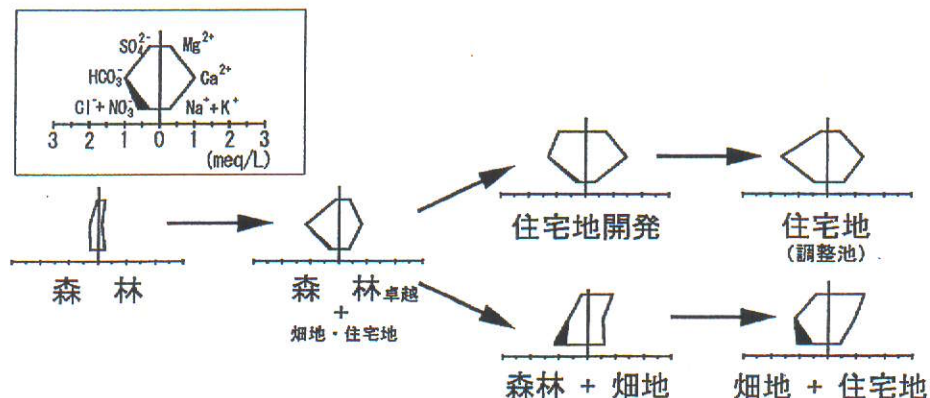
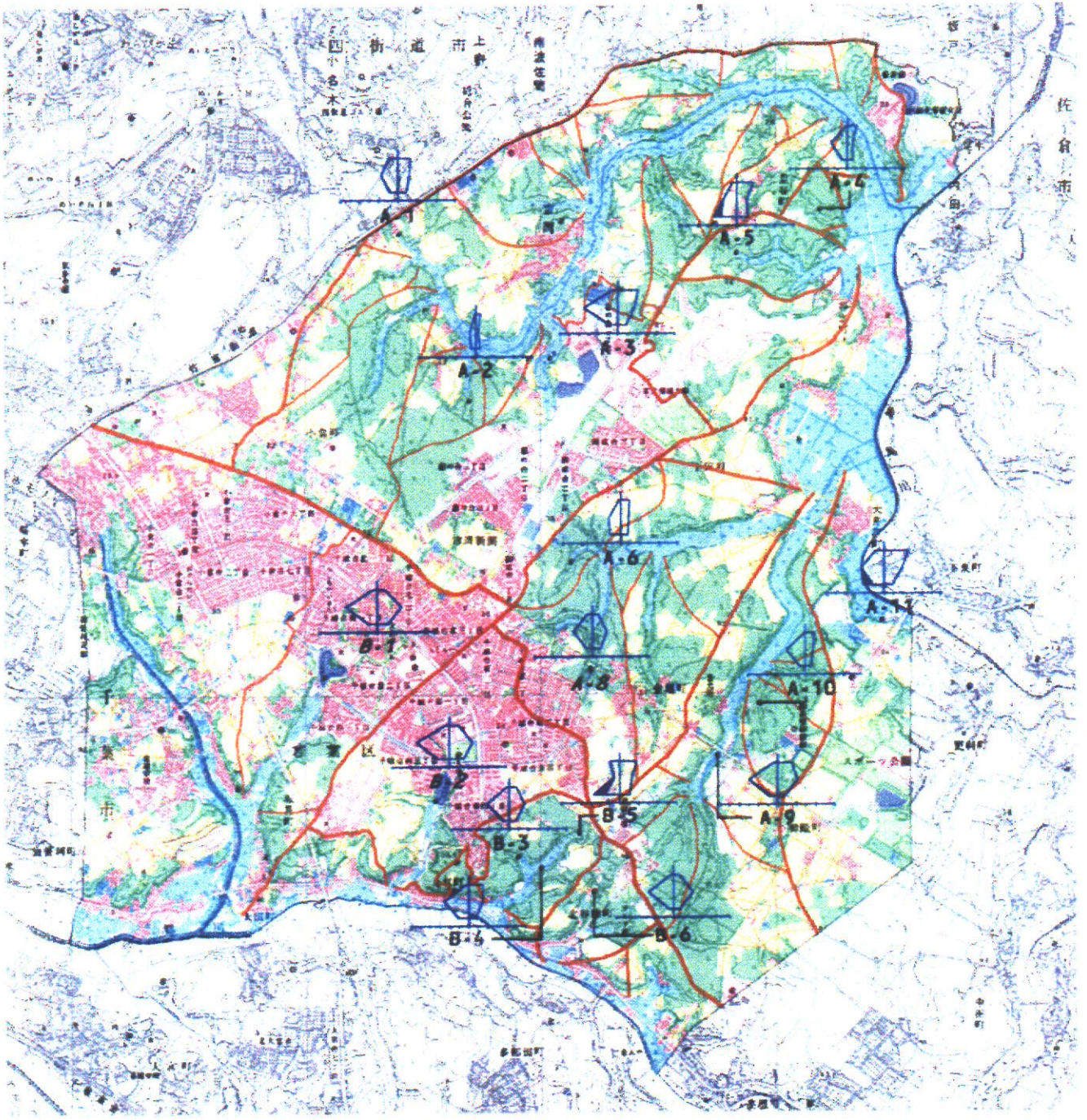
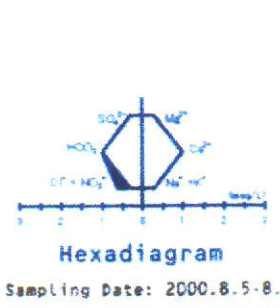


図 開発にともなう水質の変化



Landuse in 1999

Forest
 Rice Paddy
 Forest
 Residential Area
 Agricultural Area
 Agricultural Area
 Forest
 Water



Hexadiagram
 Sampling Date: 2000.8.5-8.6



A-1 Sampling Points at Spring
 A-2 Sampling Points at Reservoir Pond

資料 細密数値情報 (10mメッシュ・土地利用) 空中写真 (1999)

図Ⅲ-3 採水地点における水質と土地利用 (1999)

とよだ こうき
豊田 剛己 (専門、土壤微生物学)

東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所
循環生産システム学講座

電話 & FAX: 042-388-7915, e-mail: kokit@cc.tuat.ac.jp

・キーワード：土壌、土壌生物、微生物生態、植物病理、生物防除、有機性廃棄物、拮抗菌、植物生育促進微生物、根圏

・主な著書・総説

豊田剛己・木村真人：有機物の土壌病害抑制効果—ダイコン萎黄病菌に対する有機物施用の影響—。農業技術体系土壌施肥編、追録第5号、第5巻、畑98の2-12、農山漁村文化協会編 (1994)

豊田剛己・木村真人：連作障害と土壌環境。農業及び園芸、73(1)、151-157 (1998)

豊田剛己・木村真人：土壌病害とバイオテクノロジー。土と食糧。p.61-63、日本土壌肥料学会編 (1998)

豊田剛己・木村真人：植物と微生物。森崎久雄・大島広行・磯部賢治編「バイオフィルム」—その生成メカニズムと防止のサイエンス—、pp.125-139、サイエンスフォーラム、東京 (1998)

豊田剛己・池田恭子・木村真人：蛍光性 pseudomonads の根面定着因子に関する生態学的アプローチ。土と微生物、52、53-63 (1988)

豊田剛己：土壌中のガンマプロテオバクテリア。土壤微生物研究会編、新・土の微生物 (5)、(1999)

Toyota, K. and Kimura, M.: Autecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in soil. *Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium*, Edited by Brett A. Summerell, John F. Leslie, David Backhouse, Wayne L. Bryden, and Lester W. Burgess, APS Press, (2001)

・今回の生態系モニタリングについてのコメント

土壌微生物の絶対数は比較的安定、中身(構成者)は大きく異なりうる。そうした場合何らかの生態系機能に影響が及ぶ可能性あり。どう評価していくかが課題。

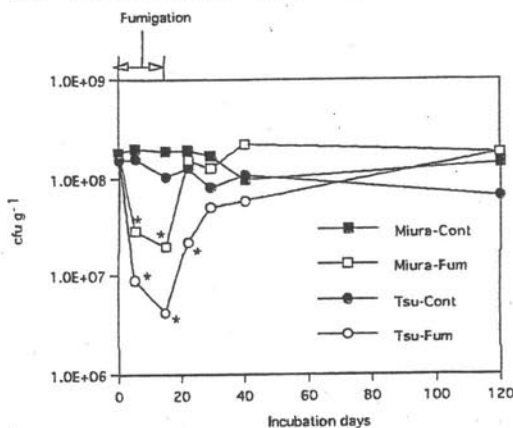


Fig. 1 Effects of fumigation on the numbers of cultural bacteria.

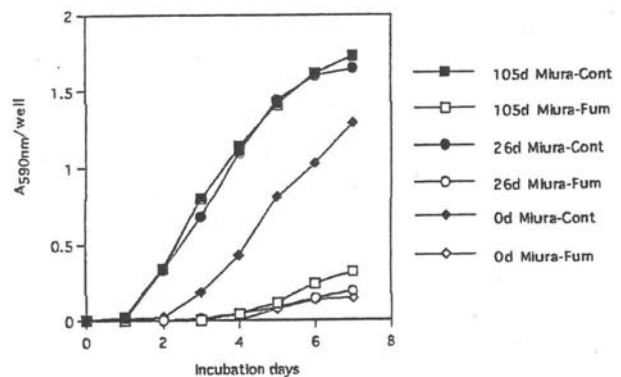


Fig. 2 Average well color development from the mean absorbance for 95 wells of soil microbial community. (one indicator of soil microbial activity)

地域景観と人為的インパクトの関係

1. 地域と人為的インパクトの関係

表1 地域ごとの人為的インパクト

地域	人為的インパクトの特徴
都市域	都市化による土地改変を含む土地利用の変化が大きい。
農村域	都市化による土地利用の変化もあるが、現在では管理放棄などの人為的インパクトの減少が大きな問題（図1参照）。
原生自然域	特に目立つ人為的インパクトはないが、以前は伐採や狩猟などが行われていた。

2. 農村域と都市における人為的インパクトの現状

例①：丹後半島の場合（図2および図3参照）

生活、生業が変化したために、維持されてきた景観が変化し、広葉樹林化が進んだ。

例②：房総半島南部の山間部、大多喜の場合（図4参照）

1880年から1980年の100年間に管理放棄により、草地が減少し、落葉広葉樹林化が進んだ。

例③：東京湾岸を含む千葉東部（図5参照）

居住地が急増して、都市化が生じた。

例④：千葉市の農村周辺大草と都市近郊天戸（図6参照）

農村周辺域である大草では、管理放棄による広葉樹林高木林化が進んだのに対し、都市近郊の天戸では土地改変を含む人為インパクトにより居住地化が進んだ。

3. 地域の景観と人為的インパクトの歴史的な背景と現状

現在のそれぞれの地域における人為的インパクトについては、高度経済成長により増加したのではなく、明治期にはすでに、生活・生業に基づいた人為インパクトが卓越しており、近代の景観が作られた。

現在その人為的インパクトが減少し森林化が進んでいるところが農村域であり、さらにそれが進んで土地改変などが生じているのが都市域といえる。

地域景観と人為的インパクトの関係 (図資料)

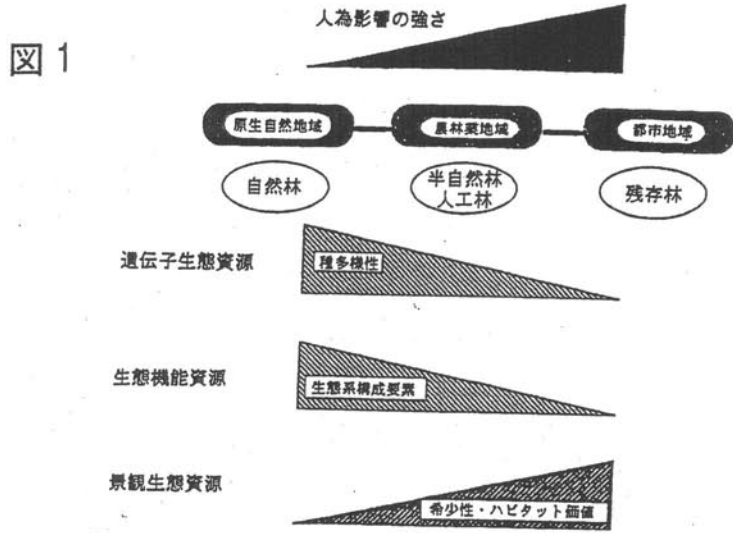


図 2.4 人為影響下での森林生態系の型とその生態資源価値。原生自然地域、農林業地域、都市地域と人為影響が強くなる。それに連れて遺伝子生態資源、生態機能資源、景観生態資源としての価値が変化する。

図 2

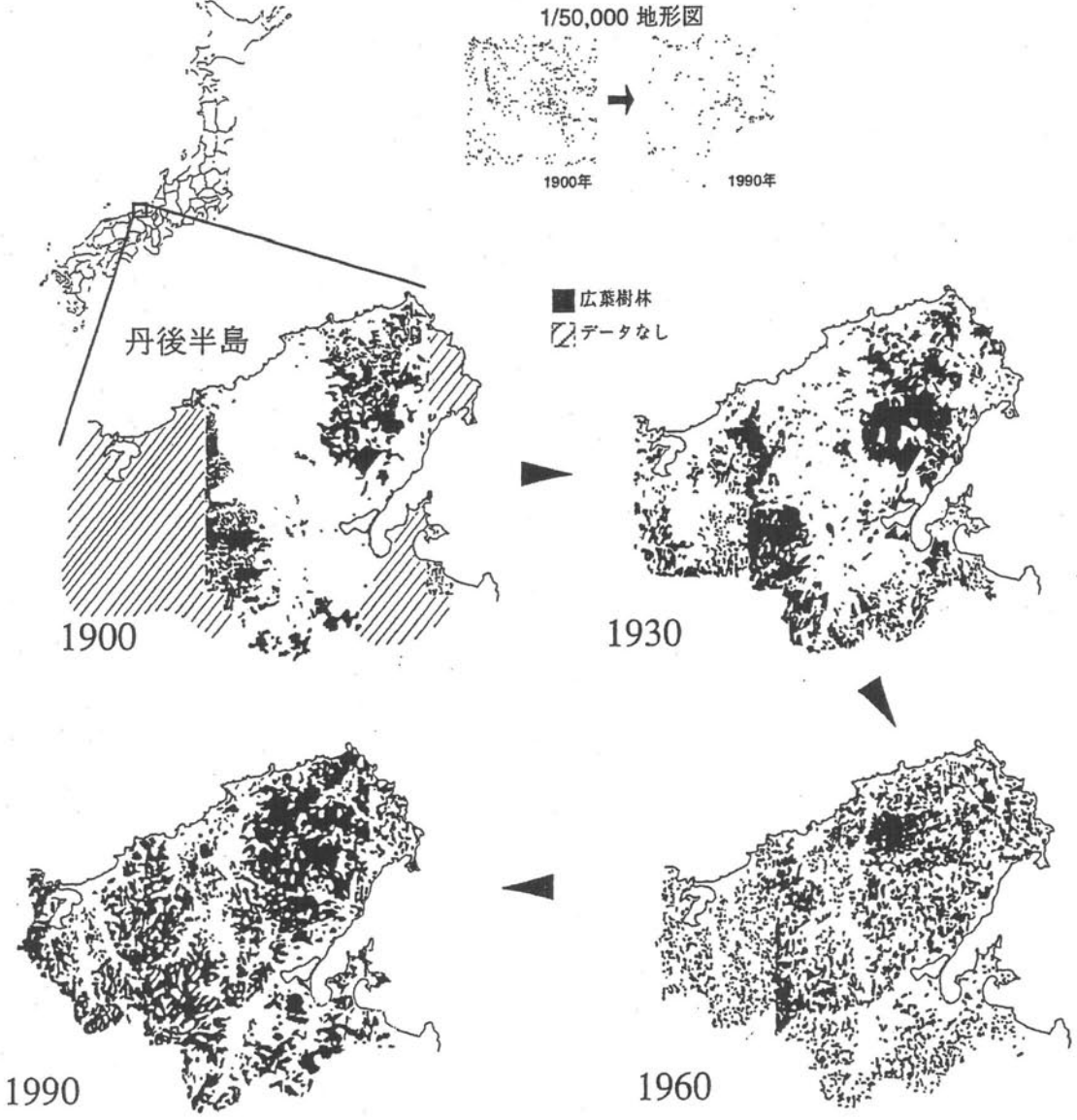


図 1. 丹後半島における広葉樹林の分布の変化