

流域におけるため池の変化とその存続に影響する要因について

—武庫川流域のため池を事例に—

兵庫県立人と自然の博物館 客野 尚志
外間 正浩

1. はじめに

ため池が多様な機能を果たしていることは、いくつかの研究が指摘している¹⁾²⁾など。都市においては、さまざまな動植物の生息場所となるとともに、貴重なオープンスペースを提供している。また、景観形成や人間の様々な活動の場所としての機能、ため池を通じたコミュニティの形成、防災機能なども有しており、時代の趨勢である環境共生型の都市あるいは地域づくりには重要な要素といえる。

河川の流域という視点からため池をみると別の意義が浮かび上がる。すなわち、流域内のため池およびそのため池によって涵養されていた農地は、河川に流入する水のバッファ地帯として機能し、河川の水量を安定化させていた。そして、これがまた河川の伏流水を確保し、ひいてはそれらが酒造をはじめとした様々な流域の伝統的産業の基盤となっていたともいえる。さらにかつて広域的に見られたため池や水田、河川の水のネットワークは地域の微気象形成にも寄与し、夏の暑さを和らげていたとも考えられる。このように、ため池はため池そのものだけでなく周辺も含めた地域環境の形成に水系の一部として大きな役割を果たしているのである。

元来、瀬戸内性の気候帯に属する近畿圏では雨量が少ないこともあり、農業用水の確保という点から数多くのため池が作られていたが、現在までに多くの池が埋め立てられている。しかし、都市内に存続しているため池も相当数あり、都市の貴重な水空間として大きな役割を果たしている。

そこで、本研究においては、武庫川集水域のため池の明治期から現在までの間の推移を明らかにし、その存続および消失に影響を与える要因を抽出し、数値モデルにより現在残されているため池の消失のポテンシャルを算出する。

2. 研究の方法

明治期の地図（陸軍部測量局作成）をデジタルスキャナーで取り込み、GISを用いて平面直角座標系（第V系）に配置した。これに数値地図25000地図画像、および国土精密数値情報1996、数値地図50mメッシュ（標高）、100万分の1日本地質図第3版CD-ROMのデータを重ね合わせた。次に、現在の武庫川の河道から標高データを元に集水域を算出した。なお、対象領域としては、北限を三田市の千丈寺湖付近として（第V系にて-117961）、これより海側の領域のみをとりあげた（図1）。千丈寺湖は三田でも比較的北部に位置し、これより北部すなわち上流側においては、ため池の環境の変化はあまり大きくないと思われるため、武庫川流域の全体的動向を捉えることができると考えられる。

次に、該当する流域内において明治期に存在したため池

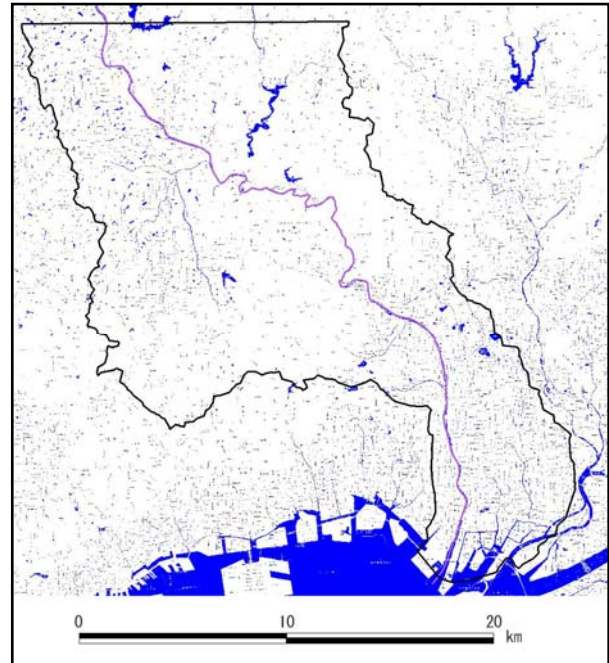


図1 武庫川の位置と考察の対象とした集水域

を目視にてプロットした。そして、このそれぞれのため池に対して現在の存続状況を1の地図から読み取って、残存あるいは消失という属性を各ため池に与えた。

次に、これらのため池の存続に影響を与える要因を浮き彫りにするために、それぞれのため池の立地、地形形状、傾斜角、標高、大阪中心部からの距離、神戸中心部からの距離、半径500m以内の農地的土地利用、半径500m以内の都市的土地利用の割合（いずれも現時点のもの）、地質を陸軍測量図、数値地図50mメッシュ（標高）、デジタル地質図などからよみとり、属性として各池に与えた。表1には各属性などの詳細を示している。次に、それぞれの属性ごとにため池の該当状況を整理し、それぞれについて存続および消失に与える影響について傾向を俯瞰した。さらに、これらのため池の空間属性を説明変数として、各ため池の存続状況を目的変数としたロジスティック回帰分析を実施し、どの項目がため池の存続あるいは消失に影響をあたえるのか定量的に評価した。

ロジスティック回帰分析は式に示すとおりで、目的変数が0,1など二項のものである場合に適用できるモデルで、ここから得られた推定式を用いることにより推定存続確率が算出できる。なお、係数 β は最尤法にて算出する。

表1 ため池の存続に対する説明変数

項目名	内容
ため池の立地 (カテゴリーデータ)	1:山, 2:農地, 3:集落, 4:都市, 5:混合, 6:山地性農地, 7:その他
地形形状 (カテゴリーデータ)	1:皿池(平地), 2:傾斜・谷池(傾斜地), 3:ふもとの池(傾斜地と平地の境界)
傾斜角	50m解像度の土地傾斜. 単位[deg].
標高	50m解像度の標高. 単位[m].
大阪中心部からの距離	梅田 からの距離. 単位[m].
神戸中心部からの距離	三宮 からの距離. 単位[m].
半径500mの農地的土地利用の割合	各ため池から半径500mの地域における, 水田・畑の割合. 単位[%].
半径500mの都市的土地利用の割合	各ため池から半径500mの地域における, 建物用地, 道路用地, 造成地などの割合. 単位[%].
地質 (カテゴリーデータ)	1:沖積層, 2:中期・後期更新世, 3:神戸層群, 4:有馬層群, 5:その他

$$\log \frac{p}{1-p} = \beta_0 + \sum \beta_i x_i \quad (1)$$

ただし, p : 目的変数, x_i : i 番目の説明変数, β_0 : 定数項, β_i : 変数 x_i に対する係数

最後に, ロジスティック回帰分析から得られた結果について考察し, ため池の消失あるいは存続の理由を探るとともに, 残存しているため池の消失ポテンシャルを計算した.

3. 結果と考察

(1) ため池の存続状況

まず, 対象流域内のため池の存続状況を見ると, 全エリアで 654 のため池があったが, そのうち現在まで残されているものは 348 であり, 約半数が消失していることがわかる (図2). 残存率を求めると 53.2%である. 図中下部は大阪平野であるが, この大阪平野の部分に着目すると, 明治期には 95 あるため池が 32 に減少しており, 残存率も約 33.6%と特に低いことがわかる. これはこの地域の都市化が著しく, 農地の消失とともに, 多くのため池が埋め立てられたことを示している.

(2) ため池の属性と存続の状況の関係

次に, ため池の立地などに関する状況を整理し, それぞれの属性ごとにため池の消失と存続の状況を求めた (図3 ~ 図11). まず, 立地についてみると, 全般に山地にあるもの, あるいはいくつかの土地利用が混在しているものが多いことがわかる. 具体的には山と農地あるいは山と集落などの組み合わせが中心となり, ため池がいわば境界部に位置する傾向があったことがわかる. 一方, 純粋に農地の中にあるとか集落の中のため池があるケースは多くない. 立地ごとの存続状況を見ると, 顕著な差異はみられない.

次に, ため池の地形形状についてみると, 傾斜地に位置するものやあるいはいわゆる谷池に相当するものが最も多

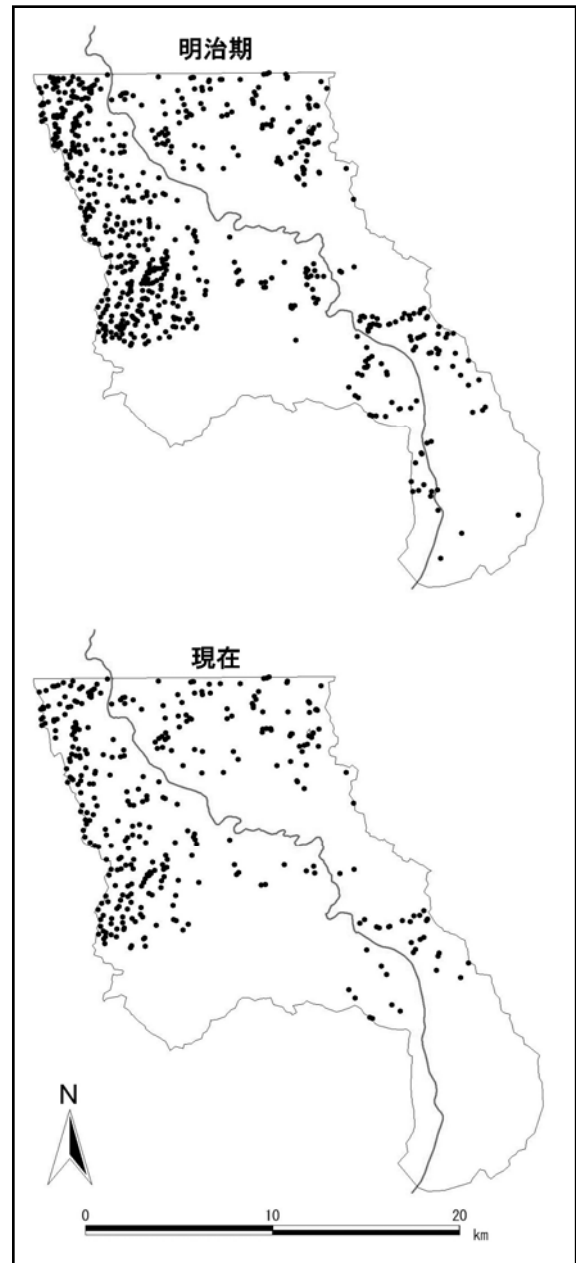


図2 明治期と現在のため池の分布の推移

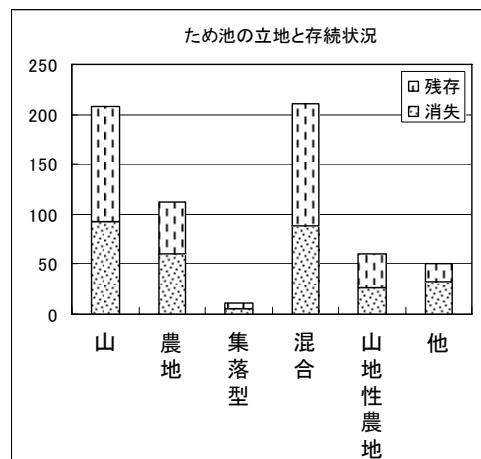


図3 立地と存続状況⁽¹⁾

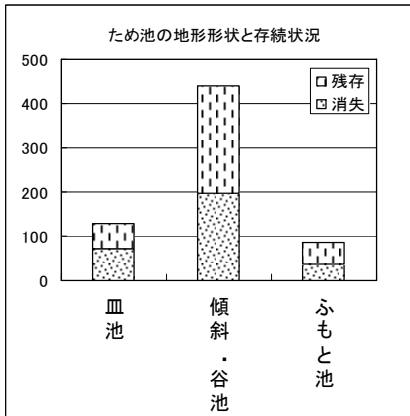


図4 地形形状と存続状況⁽²⁾

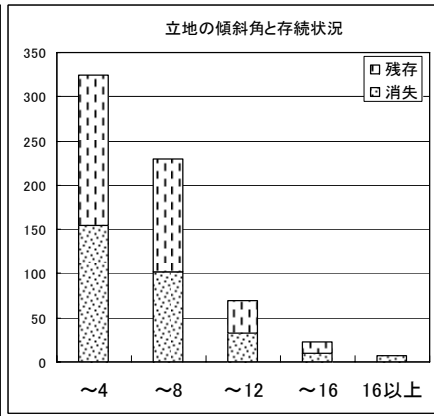


図5 傾斜角と存続状況(単位:度)

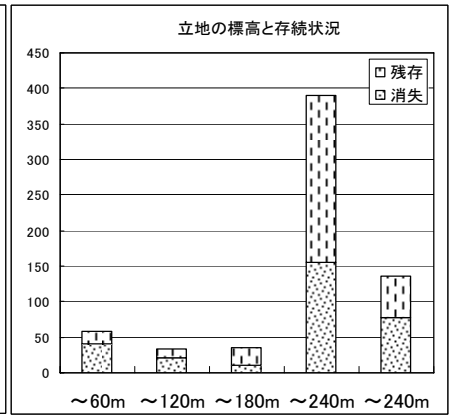


図6 標高と存続状況

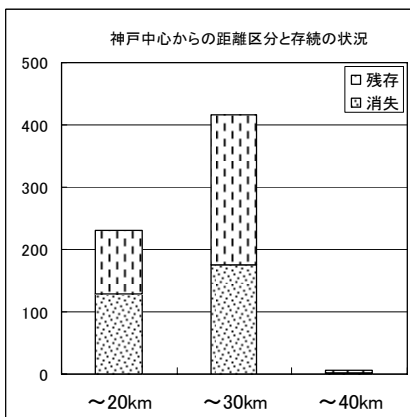


図7 神戸中心からの距離区分と存続状況

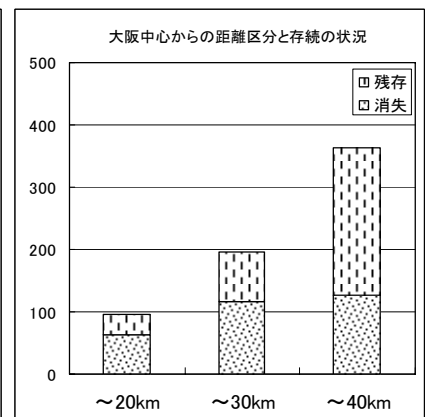


図8 大阪中心からの距離区分と存続状況

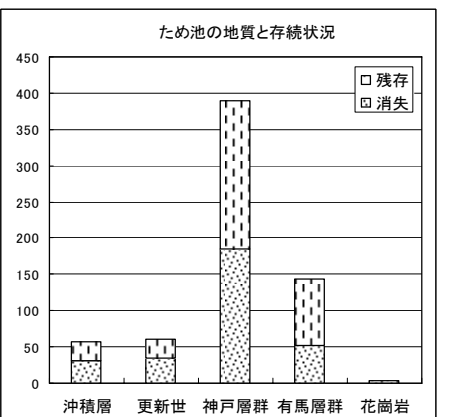


図9 地質と存続状況

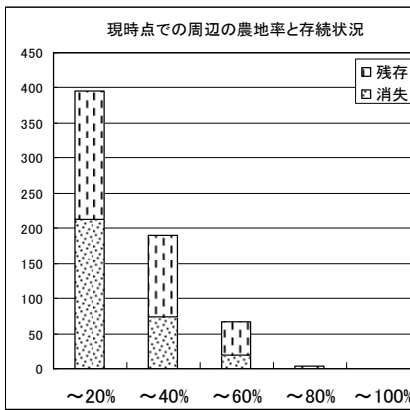


図10 周辺の農地率と存続状況

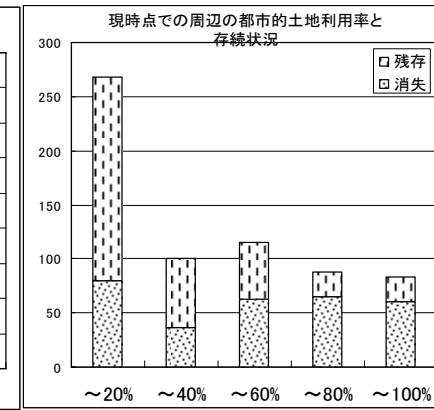


図11 周辺の農地率と存続状況

く、平地の皿池、斜面と平地の境界部にあるふもと池がこれに続く。地形形状による存続状況の差異は特に目立ってみられない。ため池が立地する場所の傾斜角や標高については4度を超過するものが全体の半数を超えており、全体として急峻な場所に位置する池が多かったことがわかる。しかし、傾斜角による存続率の違いについては目立ったものがみられない。標高については、180より高く240m未満のものが半数以上を占めている。また、標高が高い場所にある池ほど、存続する傾向にあることがグラフから読み取ることができる。

次に、神戸中心部および大阪中心部からの距離について検討した。都市圏からの距離は周辺地の開発のされやすさという点で、ため池の存続に影響すると考えられる。今回の対象としたため池は神戸中心部からはほとんどが30km圏内に位置し、大阪からは40km圏内に位置していることがわかる。距離による存続率の違いについては、神戸については顕著な傾向は見られないものの、大阪については距離が離れるほど、存続率が高くなる傾向が明瞭に確認できる。地質も同様に、周辺地の開発のされやすさに影響すると考えられる。今回の対象地は神戸層群や有馬層群といった比較的地盤が固い場所に位置しているものが多い。沖積層や河岸段丘などが相当する更新世の地質については、神戸層群や有馬層群などと比べると数は少ないものの、その存続率が低く、これらの地質区分に立地するため池は開発に伴い埋め立てられることがわかる。なお、神戸層群は地質が良好で頂部がなだらかな丘陵を形成するために、ニュータウン開発などが好んで行われ、これに伴い消失しているため池も相当ある。

最後に、ため池の周辺土地利用がため池の存続に与える影響について考察する。周辺の開発が進むと、池も埋め立てられ、逆に周辺に農地が存在すると、この水利のためにため池が残されると考えられるので、これについては現時点での土地利用から考察した。半径 500m 以内の農地率については 20%以下のものが全体の 6 割程度を占めており、80%以上が農地である場所は、ほとんどないことがわかる。都市的土地利用については、20%以下が全体の 3 割程度で、それ以外についてそれぞれ 1 割程度である。存続の割合については、農地率が高くなるほど存続する傾向が強くなり、逆に都市的土地利用の割合が高くなるほど消失する傾向にあることが読み取れる。すなわち、周辺の宅地化および周辺の農地としての利用の有無が、ため池の存続に大きな影響を及ぼしているといえる。

(3) ロジスティック回帰分析による尊属要因の定量的評価と消失ポテンシャルの評価

次に、ロジスティック回帰分析による回帰式の結果について評価する(表2)。各説明変数のため池の存続に対する影響の大きさをみるために、Wald の係数および有意確率に着目した。有意確率については、0.05 以下である場合、有意水準 5%で注目している説明変数が池の残存・消失に影響していると判断することができる。また、Wald の係数については逆に大きいほど影響力が高い。まず、有意水準でみると、地形形状、半径 500m 以内の農地割合、神戸中心部からの距離の各項目は有意な影響を与えていないと判断でき、逆に Wald の係数をみると、半径 500m 以内の都市的土地利用がもっとも大きく、ついで大阪からの距離、地層、ため池の立地などがその消失に大きな影響を与えていることがわかる。

次に、予測式から得られた推定存続率について 0.5 を基準に残存と消失の予測を行い、これについて実際の観測値との成果を比較した(表3)。推定式の全体の正答率は 71

表2 ロジスティック回帰分析による回帰式の結果

方程式中の変数	β	Wald	有意確率
ため池の立地(カテゴリー)		9.26	0.10
地形形状(カテゴリー)		0.28	0.87
傾斜角[度]	-0.05	3.06	0.08
標高[m]	-0.01	4.86	0.03
半径500mの農地的土地利用の割合[%]	-0.02	3.69	0.05
半径500mの都市的土地利用の割合[%]	-0.04	57.09	0.00
神戸中心部からの距離[m]	0.00	2.14	0.14
大阪中心部からの距離[m]	0.00	11.83	0.00
地層(カテゴリー)		14.02	0.01
定数項	-1.30	0.71	0.40

表3 ロジスティック回帰分析による判定結果

		予測値		正分類[%]
		消失	残存	
観測値	消失	192	114	62.75
	残存	72	276	79.31
全体の正答率				71.56

分割値:0.500

%である。実際に存続したものの推定については比較的高い割合で正答が得られているが、消失したものについては誤分類、つまり実際には消失しているのにたいして、残存と判定しているものが比較的多くなっている。この理由を探るために、このカテゴリーに入る池を地図にプロットすると、多くのものがニュータウンの端部に相当する池や高速道路やゴルフ場などの整備により埋め立てられた池であった。ニュータウンや高速道路などは面積が大規模であり、傾斜が急なところや山の深い部分まで開発が行われるために、予測されえない消失を引き起こすものといえる。

次に、予測では消失となっているにもかかわらず、実際には残存した池について考察する。これらを地図上にプロットして判断すると、大きく2つにわけて捉えることができる。一つは、ニュータウンなどの調整池や大規模な公園緑地内の修景用の池であり、開発などに際して、元々の池が計画的に活用されているものである。これについては、大規模な都市計画的な変更がない限り簡単には消失することはないといえる³⁾。もう一つのもは、都市化の中で様々な理由で、開発されずに残されている池であり、これについては今後積極的な保全を図ってゆかなければいずれなくなっていくことが予想される池といえる。主に、前者のタイプは三田や神戸市北区、西宮市北部においてみられ、後者のものは宝塚、伊丹、西宮南部などでみられる。消失のポテンシャルは、ロジスティック回帰分析による推定値から予測することが可能である。大阪平野で現存するため池において、その消失のポテンシャルをみると、多くのものので消失の高い可能性が見られた。

4. 総括と今後の課題

本研究では武庫川の集水域内のため池の明治期から現在にかけてのため池の推移とその残存及び消失に影響する要因をロジスティック回帰分析により推察した。今後の課題としては、水利や信仰の対象、周辺の土地所有など社会的な属性をもパラメーターとして取り込むことや、残存しているため池の周辺環境がどのように変化したかを明らかにすることがあげられる。

〈注釈〉

- (1)周辺の土地利用タイプを定性的に区分。混合は複数の利用が混在しているもの、山地性農地とは里から離れた深い谷などにある農地をさす便宜上の区分である。
- (2)ふもと池とは、山地と平地の境界部にあるため池をさす便宜上の区分である。

〈文献〉

- 1)浦山益郎他(1996)「居住環境資源としてみた溜池の利用効果と存在効果に関する研究」、日本建築学会計画系論文集、486、129-
- 2)増田昇他(1990)「保存利用ポテンシャル評価から捉えた「ため池」環境整備に関する研究」、造園雑誌 53(5)、257-262
- 3)客野尚志・鳴海邦碩(1999)「公的主体による大規模宅地開発による水環境計画の特質に関する研究」、都市計画、222、45-55