

ISSN 1346-7328

国総研資料 第17号

平成14年3月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 17

March 2002

港湾埋立に影響を及ぼす地理的経済的要因

鈴木 武

Economic and Geographic Factors Effecting on Reclamation in Port Areas

Takeshi SUZUKI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

港湾埋立に影響を及ぼす地理的経済的要因

鈴木 武*

要 旨

埋立を環境影響の入力条件とみてその特性を把握することは、環境影響の予測・評価を行う上で基礎的な知見を提供する。港湾における埋立の特徴を知るために、埋立計画の水深・面積と周辺地域の地理的経済的指標との間でパス解析を行った。

結果、1989～1991年度においては、港湾区域面積が土地造成計画面積と埋立計画増加区域の最大水深に対し強い関連を持ち、1996～1998年度は、土地造成計画面積に対して人口と沿岸漁業販売額が、埋立計画増加区域の最大水深に対しては地価と閉鎖性海域ダムーが強い関係性をもっていることが見出された。

キーワード：埋立、パス解析、埋立面積、埋立水深、経済指標

* 沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土技術政策総合研究所
電話：0468-44-5025, Fax：0468-44-5074, E-mail：suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp

Economic and Geographic Factors Effecting on Reclamation in Port Areas

Takeshi SUZUKI*

Synopsis

Reclamation has strong impacts on environmental systems. Hence, properties of reclamation plans in port areas are investigated. The Path Analysis with the increased area of reclamation and the water depth at the areas shows following results. The area of reclamation and the maximum water depth are effected by the area of port in FY1989-1991. In FY 1996-1998, the area of reclamation is effected by the population and the product of coastal fishery. While the maximum water depth is effected by the land price, the product of industry and dummy of enclosed sea.

Key Words: reclamation, Path Analysis, reclamation area, reclamation depth, economic indices

* Head of Coastal Zone Systems Division, Coastal and Marine Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan National Institute for Land and Infrastructure Management
Phone : +81-468-445025 Fax : +81-468-445074 e-mail : suzuki-t92y3@ysk.nilim.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. 分析方法	1
2.1 対象港湾	1
2.2 使用データ	2
2.3 変数間の構造分析	3
3. 推定結果の考察	4
3.1 土地造成計画面積	5
3.2 埋立計画増加面積	5
3.3 最大水深	6
3.4 最小水深	6
4. モデルの適合度	7
5. おわりに	7
参考文献	8

1. はじめに

わが国の港湾開発は、戦後の経済復興を実現するため、海上輸送を基軸に鉱業、重化学工業、エネルギーなどを組み合わせて海域と陸域を一体的に開発する形式、いわゆる臨海工業地帯方式で進められた。その後の社会経済情勢の変化に伴い、各種の流通団地や都市内再開発にもなう移転企業の受け入れ、廃棄物処分などが港湾開発の範疇に加えられ、今日、海陸空間の一体的開発のスタイルが形成された¹⁾。海陸空間を一体的に開発する必要の源は、水域施設、外郭施設、埋立地、臨港交通施設等の基盤的施設の効率的配置による開発資金の節約と空間制約の克服であった。開発が進み未開発空間が少なくなった現在においては、過去にもまして空間制約は厳しいものになり、加えて現在のわが国の厳しい経済状況は開発により確実な投資効果を求め、空間制約の厳しさを強めている。都市部あるいはその近傍にかなりの広がりを持つ港湾空間は、その限られた空間を有効かつ効率的に使用しなければならないという必然がこれまでにもまして高まっている。

わが国における港湾開発は多様な開発の複合体である。このため、港湾開発には様々な環境影響要因が内在している。港湾計画段階では、代表的な環境影響要因は水域施設、外郭施設および埋立地の存在、ならびに、水域施設、係留施設、旅客施設、荷捌き施設、保管施設および臨港交通施設の供用とされている²⁾が、近年、これらの中で関心事となることが多い環境影響要因は、建設段階を除けば埋立地の存在である。埋立地の存在による環境影響は、もっぱら、埋立地の存在を先験的に与えられる出発点として、影響を与える可能性のある環境要素への影響の種類・機構・規模を調査・分析・予測・評価するという方向でなされてきた。その背景には、事業者にとっては事業の可否を判断するために環境影響評価を避けて通れず、そのための適切な手法が求められていたこと

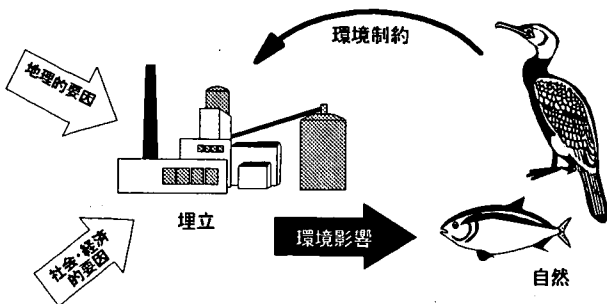


図-1 埋立と環境の関係

がある。そして、その重要性は相変わらず高い。他方、環境と埋立の関係をシステムとして捉えた場合、そのシステムは埋立を起源として環境に影響を与えるという一方向的な構造ではなく、埋立という入力側の要素に対して、環境から埋立へのフィードバック入力や外部からの入力が存在し、それらが埋立に影響を与えていることは明らかである。

これらの状況を考慮し、本研究では、埋立-環境系の中心構成要素である埋立という環境への入力側の要素に着目し、その埋立という行為の量と空間分布の特性を経済指標や地理指標との関係から分析・考察する。

2. 分析方法

2.1 対象港湾

本研究では港湾法に定められた重要港湾を対象とする。重要港湾は、概ね10~15年先を目標年次として作成される港湾計画を策定することが義務づけられているため、これを埋立動向の分析に使用する。港湾計画では「港湾の開発、利用および保全の方針」、「港湾の能力」、「港湾の施設の規模及び配置」、「環境の整備及び保全」等が定められ、この中で埋立の位置と規模を知ることができる。全国に重要港湾は133港(1999年4月)あり、「三大湾」(東京湾、伊勢湾、大阪湾を指す。)、 「瀬戸内」(大阪湾、関門港を除く瀬戸内海。)、 「北部九州」(関門港及び博多港)、 「離島」、「その他」地域に分けると、それぞれ16港、32港、3港、11港、71港の重要港湾が存在している。

1年間に改訂される重要港湾の港湾計画は、概ね10数件である。年度ごとに統計量を求めれば、全国133港を10数港で代表することになる。このときの母比率の標準誤差は、母比率が50%である場合、17.3%となる。精度を上げるために2年分を1つの標本集団にすれば、同標準誤差は10.8%となり、3年分を1つの標本集団にすれば、同標準誤差は8.2%となる。ここでは母比率の標準誤差が10%以下となることを目安に、3年分の港湾計画を1つの標本として使用する。

まず、直近の状況をみるために作業時点で最新の1996~1998年度の3年間に計画を改訂した港湾を対象に選定する。つぎに、バブル経済期の状況と比較するため、1989~1991年度の3年間に計画を改訂した港湾をバブル経済期の標本集団として選定する。この結果、分析対象とする港湾の数は表-1のとおりとなり、この標本においては港湾所在地域の分布に大きな偏りは見られない。なお、港湾の中には両標本集団に重複して対象となっているものが幾つか存在する。しかし、それらはBernoulli 試行に

表-1 対象港湾の数

対象年度	対象数	地域別港数
1998	10	三大湾 6/16, 瀬戸内 9/32,
1997	18	北部九州 2/3, 離島 4/11,
1996	11	その他 18/71, 全国 39/133
1991	13	三大湾 5/16, 瀬戸内 6/32,
1990	14	北部九州 3/3, 離島 2/11,
1989	8	その他 19/71, 全国 35/133
平均港数	12.3	
標準偏差	3.5	

よって抽出された標本であると見なせば、重複の有無は考慮すべき要因とはならないと考えられる。

2.2 使用データ

港湾計画における埋立計画と周辺の地理特性、経済状況の関連性を調べるためには、埋立計画についての属性データと、その周辺の地理特性データおよび経済特性データが各港ごとに必要である。埋立計画についての属性データとしては、埋立事業の特性やデータの収集可能性を考慮して、土地造成計画（近年は埋立がほとんどであるが、ごく一部陸上造成が含まれる。）の面積 x_1 、埋立計画の増加面積 x_2 、埋立計画増加区域の最大水深（以下、「最大水深」という。） x_3 と最小水深（以下、「最小水深」という。） x_4 を港湾計画書から読み取り使用する。周辺の地理特性データとしては、埋立との関連が深いと考えられる港湾区域の面積 x_5 、閉鎖性海域か開放性海域かの別（以下、「閉鎖性海域ダミー」という。） x_6 を用いる。経済特性データとしては、埋立との関連の深さとデータ収集の容易性を考慮して、住民基本台帳の人口（以下、「人口」という。） x_7 、工業統計の製造業製造品年間出荷額等（以下、「製造品出荷額」という。） x_8 、漁業センサスの沿岸漁業層の年間漁獲販売金額（以下、「沿岸漁獲販売額」という。） x_9 、都道府県地価調査の全用途地価（以下、「地価」という。） x_{10} を使用する。

各データ項目の測定単位、集計方法、データソースは表-2のとおりである。このうち、最大水深および最小水深は、計画で用いられている地区を単位として港湾計画図から読み取り、地区ごとの埋立計画増加面積を重みとして加重平均を行い、各港の値とした。埋立計画面積が増加する場合と減少する場合では、変数間の構造が異なると考えられるため、本研究では、埋立計画増加面積、最大水深および最小水深は埋立計画面積が増加している地区だけを集計対象とした。閉鎖性海域ダミーは、「三大湾」、「瀬戸内」、「北部九州」を1、それ以外を0と設定した。「北部九州」の下関港と北九州港は日本海と瀬戸内

表-2 入力データの諸元

変数	項目	測定単位	集計方法	年度	データソース
x_1	土地造成計画面積	ha/地区	合計	計画年度	港湾計画書
x_2	埋立計画増加面積	ha/地区	合計	計画年度	港湾計画書
x_3	埋立計画増加区域の最大水深	m/地区	加重平均	計画年度	港湾計画書
x_4	埋立計画増加区域の最小水深	m/地区	加重平均	計画年度	港湾計画書
x_5	港湾区域面積	ha/港湾	—	1993年度	別途調査
x_6	閉鎖性海域ダミー	—	—	計画の前年度	所在地から分類
x_7	住民基本台帳人口	人/市町村	合計	計画の前年度	住民基本台帳要覧
x_8	製造業製造品年間出荷額等	百万円/市町村	合計	計画の前年度	工業統計
x_9	沿岸漁業層の年間漁獲販売額	万円/市町村	合計	1997年度	漁業センサス
x_{10}	全用途地価	百円/m ² /市	単純平均	計画の前年度	都道府県地価調査

海の両方に面するので、閉鎖性海域であるか否かについて疑問が生じる。しかし、両港の日本海に面する地区は、全て瀬戸内海環境保全臨時措置法第13条第1項（埋立等についての特別の配慮）の適用を受ける対象になっているため、大きな割り切りとして両港を含む「北部九州」3港を閉鎖性海域に分類した。また、人口、製造品出荷額、沿岸漁業販売額は、当該港湾区域を地先に持つ市町村のデータを港単位に合計して使用する。地価は町村データが入り困難であったため、当該港湾区域を地先に持つ市町村のみの地価を港単位で単純平均して使用する。

使用するデータの尺度は、面積、長さ、金額、面積当たりの金額および無次元ダミーとまちまちであり、正規性を仮定することが困難であるため、適切な形にデータを変換する必要がある。統計学的方法としてはBox-Cox変換を仮定して、AIC最小の条件で変換パラメータを同定するという方法があるが、ここでは個々の変数の特性から変換形式を決定する。自然界では異なる次元を持つ特性量の間関係はべき乗則が仮定されることが一般的である。このため、対数変換の意味がないダミー変数を除き、全ての変数を自然対数変換して使用する。ただし、土地造成計画面積、埋立計画増加面積、埋立水深と沿岸漁獲販売額は0値あるいは負値となる港湾が存在するため、そのまま対数変換を施すことができず、これらの変数は特別な処理を施す必要がある。土地造成計画面積および埋立計画面積が増加する場合と減少する場合では変数間の構造が異なると考えられるため、土地造成計画面積および埋立計画面積は港湾全体で増加して

いる港湾だけを対象データとした。埋立水深は、埋立天端から水底までの深さが構造と費用に大きな意味を持つので、平均的な天端高さを加えた水深を対数変換して用いる。

沿岸漁獲販売額も埋立水深と同じように統計量と実態活動の間に一定の乖離が存在すると考えて補正することもできるが、0値を持つ港湾は2港しかないので、沿岸漁獲販売額0円のデータを単純に除外して計算を行う。また、これらの変換を施した各説明変数間の相関を見ると、港湾区域面積 z^5 、閉鎖性ダミー z^6 、製造品出荷額 z^8 、

表-3 各説明変数と人口の相関係数

	z^5	z^6	z^8	z^9	z^{10}
1989-1991年度	0.62	0.40	0.72	-0.12	0.54
1996-1998年度	0.69	0.61	0.85	-0.02	0.83

表-4 使用データの分散共分散行列

(1989-1991年度)

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}
z_1	1.51									
z_2	1.17	1.28								
z_3	-0.02	0.01	0.13							
z_4	0.09	0.08	0.04	0.11						
z_5	0.38	0.56	-0.05	0.01	0.86					
z_6	0.08	0.13	0.05	0.08	0.02	0.21				
z_7	1.21	1.00	-0.08	0.04	0.00	0.00	2.17			
z_8	0.45	0.49	0.03	0.31	0.42	0.35	0.00	2.23		
z_9	-0.20	0.16	0.13	0.08	-0.02	0.16	-0.24	0.04	1.80	
z_{10}	0.05	0.05	0.04	0.16	0.04	0.11	0.00	0.57	-0.02	0.52
N	35	34	35	35	35	35	35	35	31	33

注) N は各 z のデータ数である。

表-5 使用データの分散共分散行列

(1996-1998年度)

	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}
z_1	3.48									
z_2	2.47	2.91								
z_3	0.22	0.22	0.22							
z_4	0.03	-0.06	0.12	0.15						
z_5	0.19	0.41	-0.14	-0.10	0.94					
z_6	-0.07	-0.09	-0.05	0.01	0.11	0.16				
z_7	1.45	1.01	0.11	0.20	0.00	0.00	2.29			
z_8	0.10	0.19	-0.11	-0.06	0.22	0.18	0.00	1.08		
z_9	-0.93	-0.77	-0.08	0.04	-0.07	-0.08	-0.03	-0.27	1.50	
z_{10}	0.07	-0.27	0.05	0.09	0.14	0.06	0.00	-0.09	-0.11	0.26
N	37	34	39	39	39	39	38	38	36	35

注) N は各 z のデータ数である。

地価 z^{10} は、人口 z^7 との相関が高い(表-3参照)ので、人口と連動する成分を除去したものを使用する。港湾計画の内容は、計画決定する前年度に検討されている場合が多いので、関連分析の説明変数となる地理・経済データは計画決定の前年度の値を使用する。ただし、港湾区域面積と漁業センサスは、今回使えるデータ年度が1993年度と1997年度に制約されていたため、その年度のものを使用する。このようにして z_i から調製されたデータ z_i の分散共分散行列は表-4~5のとおりとなった。

2.3 変数間の構造分析

10個の変数の中で、他の変数の線形結合によって因果関係を説明したい変数は、土地造成計画面積 z_1 、埋立計画増加面積 z_2 、最大水深 z_3 、最小水深 z_4 である。これに対して、港湾区域面積 z_5 は海域の空間的な埋立容易性を、閉鎖性海域ダミー z_6 は海象条件、海底条件や海域環境条件等の差異を間接的に示している。人口 z_7 は人間活動の総体的水準を、製造品出荷額 z_8 は工業活動の水準を、沿岸漁獲販売額 z_9 は当該海域の水産資源の価値水準を、そして地価 z_{10} は土地に対する金銭の支払い性向を間接的に示している。これらの地理的経済的指標 ($z_5 \sim z_{10}$) は海面埋立に関する代表的な指標であると考えられ、これらを用いることによって被説明変数 ($z_1 \sim z_4$) の変動をうまく説明することができるのではないかと考えられる。

z_1 は、 $z_5 \sim z_{10}$ によって説明ができると考えられる。 z_2 は基本的には z_1 から導かれると考えられる指標なので、 $z_5 \sim z_{10}$ に z_1 を付け加えることにより説明力が高まると考えられる。最大水深 z_3 および最小水深 z_4 は、 z_1 および z_2 との関係では、原因を示す指標とも結果を示す指標も考えられるが、近年の動向からみると、 z_3 や z_4 が深くなるから z_2 が小さくなるというよりは、 z_1 や z_2 が大きくなるから z_3 や z_4 が深くなるもしくは浅くなるという関係が卓越すると考えられるので、 z_3 および z_4 は $z_5 \sim z_{10}$ および $z_1 \sim z_2$ によって説明されると想定する。

このように、本研究で因果関係を分析しようとする被説明変数群は、被説明変数間でも関係を持つと考えられるので、それらを考慮することができる分析手法が必要である。パス解析(Path Analysis)³⁾の手法は、このような階層性のある変数間の関係を分析することができるため、これを用いて分析を行う。

パス解析実施のために、まず、分析のための変数間の構造を仮定する。考えられる変数間の構造は前述のとおりであるので、それをもとに各変数の関係を整理すると、

$$t = At + u \quad (1)$$

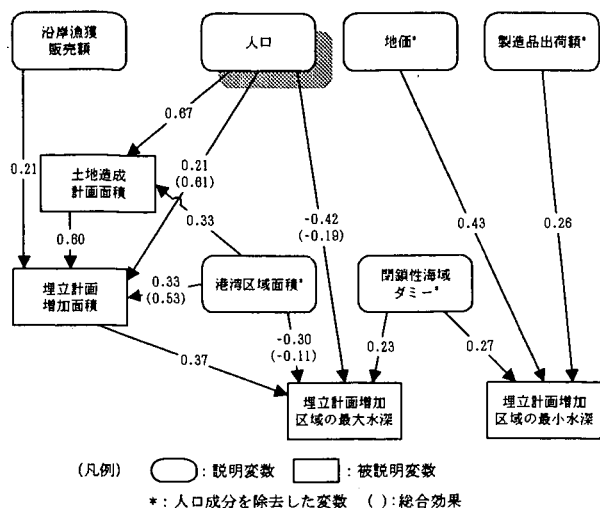


図-1 埋立の構造 (標準化重み係数) (1989-1991 年度)

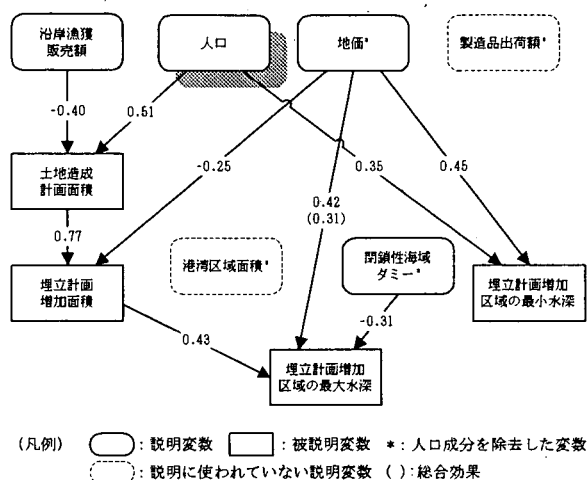


図-2 埋立の構造 (標準化重み係数) (1996-1998 年度)

標準化重み係数が大きい変数間の繋がりというネットワーク・パターンとして把握し、考察する。

今回得られた結果では、1989-1991年度は0.15以上、1996-1998年度は0.20以上の標準化重み係数を持ち、しかもt値が1.00以上である説明変数が、全ての被説明変数に対して1個以上存在している。このため、全体像を大きく把握するための割り切りとして、そのような一定レベル以上の標準化重み係数を持つ関係だけを対象に考察を行う。表-7の結果を整理すると、図-1~2のとおりとなる。また、因果関係の理解を助けるために、直接効果と間接効果が併存する標準化重み係数には、標準化総合効果を付記する。

ブロックチャートから知ることができる変数間の関係は、次のとおりである。1989~1991年度は、土地造成計画面積は人口と港湾区域面積によって説明される。同様

に、埋立計画増加面積は土地造成計画面積と港湾区域面積と人口と沿岸漁獲販売額によって、最大水深は埋立計画増加面積と人口と港湾区域面積と閉鎖性海域ダミーによって、最小水深は地価と閉鎖性海域ダミーと製造品出荷額によって説明される。これに対し、1996~1998年度は、土地造成計画面積が人口と沿岸漁獲販売額によって、埋立計画増加面積は土地造成計画面積と地価によって、最大水深は埋立計画増加面積と地価と閉鎖性海域ダミーによって、最小水深は地価と人口によって説明される。分析によって得られた結果はあくまでも前述のとおりの変数間の関係だけであるが、その結果と現実界の関係について理解を深めるために、以下にこれらの変数間の関係が指し示すであろう意味を考察する。

3.1 土地造成計画面積

土地造成計画面積は、1989~1991年度は人口と港湾区域面積で説明されていたものが、1996~1998年度になると人口と沿岸漁獲販売額で説明されるようになる。人口はどちらにも共通で、それ以外の説明変数が変化している。人口は人間活動の総体的水準を現す。また、港湾区域面積は空間制約面から見た海域の埋立容易性を現すものである。1989~1991年度は、社会経済的な活動水準という需要面の要因と、空間制約面から見た海域の埋立容易性が同時に考慮されていたと考えることができる。沿岸漁獲販売額は沿岸漁業資源の価値水準を現すと考えられるため、1996~1998年度は、社会経済的な活動水準が需要要因となり、沿岸漁業資源の価値水準が抑制要因となっていたと考えることができる。

3.2 埋立計画増加面積

埋立計画増加面積は、1989~1991年度は人口と土地造成計画面積と港湾区域面積と沿岸漁獲販売額によって、1996~1998年度は土地造成計画面積と地価によって説明される。土地造成計画面積は埋立計画増加面積と既定計画面積の和である。しかし、土地造成計画面積に対する埋立計画増加面積の割合(以下、「埋立計画増加割合」という。)は、1989~1991年度で65%、1996~1998年度で66%であるので、埋立計画増加面積が土地造成計画面積である程度説明されることは、当然の帰結である。また、これらの時期においては土地造成計画の増加における陸上造成が極めて少ないため、埋立計画増加割合は土地造成計画面積の増加割合とほぼ等しいと見みることができる。そして、埋立の実施と埋立計画の関係が平衡状態にある状態を仮定すれば、埋立計画増加割合は、前計画改訂から現計画改訂の間における土地造成計画に対す

る埋立の実施割合を現していると考えることができる。

1989～1991年度は、まず、人口と港湾区域面積が説明変数となっているので、社会経済的な活動水準と埋立のための空間容量ひいてはそこから導かれる埋立の物理的な容易さが考慮されていたと推定することができる。つぎに、沿岸漁獲販売額が正值の重み係数を持っている。単純に考えれば、沿岸漁獲販売額が大きいほど大きな埋立計画増加面積が設定されたことになる。通常は、沿岸漁業資源の価値水準が高いところほど埋立計画面積の増加は抑制されるはずであるが、ここでは逆である。これは沿岸漁業資源の価値水準の高い海域では、埋立が抑制されてきたところに、土地バブルで土地需要圧力が飛躍的に上昇し、それまでの漁業者等の抵抗の重みが相対的に低下してしまい、そのため大きな埋立計画増加面積が設定されたという可能性が考えられる。

1996～1998年度は、港湾区域面積との関連が失われている。これは、空間的な制約が埋立において意味がなくなったとは考え難いので、埋立効率を考慮するだけの自由度が埋立主体になくなったと考えるべきであろう。また、人口との関連が失われ、かわって地価との関連が生じている。しかも、地価の重み係数は負値であるので理解が難しい。バブル期に全国の埋立計画面積が跳ね上がった後に、それを受けて埋立実績が増大していない⁵⁾ことを考慮すれば、地価が高いところはバブル経済の影響で過剰に供給された開発用地がまだ残っていて埋立の需要が少なく、逆に、地価の低いところはそのような悪影響が少ないという、地価が反映するバブル経済の負の影響を説明要因と考えれば、負の重み係数に対する認識整合的な説明は可能となる。そしてこの論理を支持すれば、人口という人間活動の総体的水準を示す指標との関連が失われていることも同時に説明することができる。

3.3 最大水深

最大水深は、1989～1991年度および1996～1998年度ともに埋立増加面積が説明変数になっている。埋立増加面積の重み係数は正值で、埋立計画増加面積が大きくなると最大水深は浅くなるという関係にある。埋立計画増加面積は、造成された区画の使いやすさや海域の諸制約を組み入れて決められるので、使いやすさから見た土地の形状や航路や漁業権の存在などの海域の制約によって、埋立計画の汀線方向の長さや岸沖方向の長さは、総体としてあるバランスを持つと考えられる。このため、埋立計画増加面積が大きくなれば、最大水深は深くなると推定される。

1989～1991年度は、埋立計画増加面積以外では人口と

港湾区域面積と閉鎖性海域ダミーが説明変数になっている。土地バブル当時の中心的な開発方式の一つは、古くなった内港地区を埋め立てて再開発するという方式であった。このため、人口が大きいところほど古くに作られた内港地区があり、最小水深は浅い傾向がある。港湾区域面積は利用性向の高い海面の広さを現しているの、それが大きいということは潜在的には埋立の対象となる海域が大きく、またそれゆえに浅海部に埋立可能な海域が残されている割合も高いと考えられる。このため、港湾区域面積が大きくなれば、最大水深は浅くなる。閉鎖性海域ダミーについては、閉鎖性海域は過去にかなり埋立がなされているので、浅海部に埋立適地が少なく、新たに埋立計画が作られる海域は開放性海域に比べて最大水深が深くなるといった理由が考えられる。

1996～1998年度は、埋立計画増加面積以外では地価と閉鎖性海域ダミーが説明変数になっている。地価が高い地域は地価負担力が高く、造成された土地を高い値段で売却して建設費を回収することができるため、建設費用が大きくなる海域、つまり深い海域にまで埋立計画を書くことが可能であるため、正值の重み係数を持つ。閉鎖性海域ダミーは負値の重み係数を持つ。これは、閉鎖性海域では埋立抑制傾向が強く、防波堤等で遮蔽されたエリアの外側に新たに埋立を計画することが少なくなり、防波堤等で遮蔽された海域内に埋立を計画する傾向が強まっているためだと考えられる。

3.4 最小水深

最小水深は、1989～1991年度は地価と製造品出荷額と閉鎖性海域ダミーで、1996～1998年度は地価と人口で説明される。共通の説明変数となっている地価は、ともに重み係数が正值となっている。地価が高い地域は地価負担力が高く、造成された土地を高い値段で売却して建設費を回収することができるため、深い海域に埋立計画を書くことが可能となり、正值の重み係数を持つ。

1989～1991年度の製造業出荷額については、それが大きい地域は製造業の集積が大きく、旺盛な工業用地需要があった。それに応えて大きな埋立面積を確保するために、沖側の埋立地の先に埋立計画が作られるケースが多数見られ、これが最小水深が深くなっている理由だと考えられる。

1996～1998年度の人口については、人口集積の高い地域は社会・経済的な活動水準が高く、既に埋立が進行していて自然の水際線が少なくなり、浅海域の希少性が高く、浅海域での埋立を避けるために沖に埋立が計画され、最小水深が大きくなっていると考えられる。

4. モデルの適合度

被説明変数ごとの重相関係数は、土地造成計画面積、埋立計画増加面積および最小水深では 0.57~0.93、最大水深では 0.39~0.54 である (表-8 参照)。これは、仮定した構造モデルでかなり説明ができていているものの、埋立最大水深だけは、モデル外の要素の影響がやや大きいことを意味する。

重相関係数の他にモデルの適合度を示す指標としてよく利用される GFI (goodness of fit index) および RMSEA (root mean square error of approximation) を算出する。結果は表-9 のとおりである。GFI は t の標本分散共分散行列と推定結果の分散共分散行列の乖離を二乗したものに於ける標準化を施し、それを 1 から減じたもので、RMSEA は対数尤度関数に一定の補正を加え平方根したものである。通常、GFI は 0.9 以上、RMSEA は 0.05 以下があたりがよいとされる。どちらも GFI が 0.9 超、RMSEA が 0.05 以下となっており、十分な適合性を持っている。

パス解析は構造を持った重回帰分析であるので、得られた重み係数に負値が出ることは当然にあり得る。したがって、重み係数に負値が出たとしても、単にそれを理由に仮定した変数間の構造に問題があるということにはならない。しかし、変数間の構造の仮定そのものは一つの仮説に過ぎず、その真偽についての疑問が残る。これについて十分な検証を行うことは困難であるが、計算の結果得られたモデルの適合度指数はかなり高い値であったので、その意味においては仮定した変数間の構造は妥当性があると考えることができる。

5. おわりに

海面埋立の規模と位置について、地理・経済指標との関係をパス解析の手法を用いて分析した。この結果、明

表-8 重相関係数

変数	1989-1991 年度	1996-1998 年度
v ₁	0.74	0.65
v ₂	0.93	0.81
v ₃	0.39	0.54
v ₄	0.77	0.57

表-9 適合度指数

指数	1989-1991 年度	1996-1998 年度
GFI	0.93	0.91
RMSEA	0.00	0.00

らかになった主な特徴は、以下の点である。1989~1991 年度には、埋立を含む人間の利用をポジティブに行う性向を持つ港湾区域面積という海域の広さが、土地造成面積と最大水深の決定過程において大きな役割を果たしていた。一方、1996~1998 年度になると、港湾区域面積との関係は失われ、土地造成面積に対しては人口と沿岸漁業販売額が、最大水深に対しては埋立増加面積と地価と閉鎖性海域ダミーが大きな関係をもつようになった。

こうした関係から見出すことができる大きな変化は、港湾区域面積という空間容量が 1989~1991 年度は埋立に一定の関係を有していたが、1996~1998 年度には関係を失っていたことである。つまり、近年の埋立においては空間的な容量がほとんど意味を持たなくなっているということである。また、バブル経済期の 1989~1991 年度においては、地価高騰によって期待土地売却収益が跳ね上がり、漁業補償が急速に進んだためか、「沿岸漁業販売額が大きいところほど埋立計画面積の増加が大きい。」という、特異な傾向がみられた。バブル経済終焉後の 1996~1998 年度では、「地価が高いところほど埋立計画面積の増加が小さい。」という、一見、市場原理に反するような傾向が現れている。これは、この時期が、バブル期に蓄積された余剰な埋立計画が定常状態に遷移する過渡的な時期 (リセッション期) にあることを窺わせる。こうした変化が明らかになったことで、社会・経済の構造変化が海面埋立の規模と位置のあり様を大きく変貌させていることの一端を示すことができたと思う。

本研究では、データ利用の制約を前提として経験則をもとに選定した変数について、その間の関係を、モデルを用いて得られた変数間の構造と既に知られている知識から、それらが指し示す現実世界での意味を考察した。現実世界での埋立現象をもれなく根元的な要素に分解し、その要素間の関係を全て組み入れた合理的整合的な埋立の構図を推定・説明することはできない。しかし、現実世界での意味を得られた変数間の構造に帰納的に当てはめることはでき、その意味では無矛盾な解釈をすることができたと思う。

このように不確定要因が多くを占める現実界の事象を分析する場合、研究対象以外の影響要素を全てコントロールあるいは補正し、一挙に確度の高い結論を導くことはかなりの困難性を持つ。このようなとき、確実な知見を着実に増やして行くという努力は重要な意味を持つ。当研究の成果もそのような意味での一歩となることを希望する。

(2001 年 11 月 15 日受付)

参考文献

- 1) 日本港湾史編集委員会：日本港湾史，日本港湾協会，1978年.
- 2) 港湾環境影響評価の項目並びに当該項目にかかる調査・予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針・環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令，運輸省令第39号，1999年.
- 3) Write, S.: Correlation and Causation, Journal of Agricultural Research, 20, 1921, pp.557-585.
- 4) 鈴木義一郎：現代統計学小事典，講談社，1998年.
- 5) 鈴木武：港湾における埋立の特性分析，港湾技研資料，No.979，2000年.

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 17

March 2002

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:0468-44-5018