

IV-20 バイオインダストリー立地による 波及効果計測に関する研究

北海道大学大学院環境科学研究科

牟田口 美 樹

北海道大学大学院環境科学研究科

正 員 山 村 悦 夫

1 研究の目的

近年、バイオテクノロジーは、急速に進歩をとげており、近い将来に、食料品産業、ファインケミカル・医薬品などの化学工業、バイオマスの利用など資源エネルギー産業等の広い分野において利用される可能性がある。一般に、バイオテクノロジーが産業に対して与える影響としては、次のようなものが考えられている。

・農林水産業の工業化 ・他産業への波及効果 ・地域経済、中小企業の活性化

また、北海道の産業構造の特色として、全国平均と比べて、農業の生産性が高いこと、食料品製造業の占める割合が高いことがあげられる。従って、北海道においては、第一次産業をさらに発展させ、食料品製造業等、第一次産業関連産業の開発を進めることが最も効果的であると考えられ、その際、バイオテクノロジーが大きな役割を果たすものと予想される。

本研究においては、バイオ関連産業として、第一次産業と食料品産業を中心として取り上げ、研究の目的を次のように設定する。すなわち、北海道におけるバイオ関連産業の有効性を、生産額、雇用の波及力を計測することによって示し、それを通じて、バイオテクノロジーの北海道導入の有効性についての評価を行なうことを本研究の目的とし、合わせて、バイオテクノロジーの導入を想定した若干のシナリオ分析を試みることにしたい。

2 研究の手順 (図-1)

まず、本研究で取り上げるバイオ関連産業を次の2つに分類する。

(Ⅰ) バイオテクノロジーの導入による生産性上昇によって

生産額の増加が予想される産業

農林水産業 — 米、麦類、野菜、いも類、豆類、砂糖原料作物、酪農、養鶏、養豚、肉牛、内水面養殖業、海面養殖業、特殊林産物

(Ⅱ) バイオテクノロジーの導入によって新規に立地可能な産業

食料品産業 — 酪農品、魚油・魚粕、砂糖、植物油脂、澱粉、配合飼料

化学 — 肥料、農薬、医薬品

パルプ・紙

この2つに分類した産業のそれぞれについて、生産額、雇用の波及効果を計算して、それを非バイオ関連産業の波及効果と比較してみる。非バイオ関連産業としては、次のような産業を取り上げる。

(Ⅲ) 非バイオ関連産業

金属製品、輸送機械、鉄鋼、化学、一般機械、電気機械、精密機械

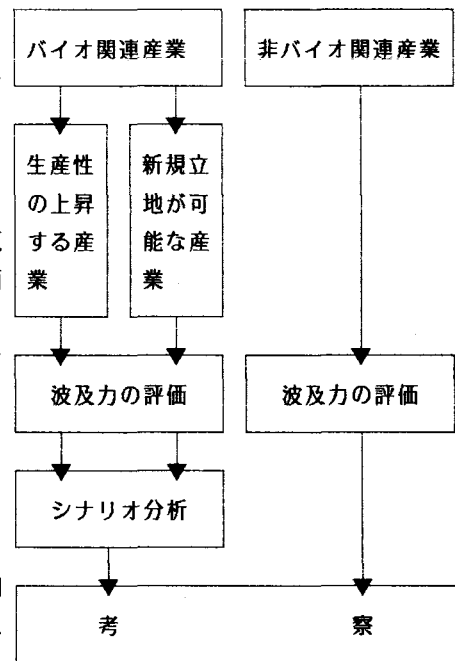


図-1 研究の手順

次に、(Ⅰ)と(Ⅱ)の産業のいくつかを組み合わせ、シナリオ分析を行なう。

以上の手順によって、北海道におけるバイオテクノロジー導入の有効性についての考察を行なうことにする。

3 波及効果の計測

(1) 波及効果の計測方法

生産額の増加、又は、新規生産が行なわれた場合の生産額の波及効果は、次のように定式化される。

$$X = AX_0 + AX_1 + A^2X_1 + A^3X_1 + \dots = AX_0 + (I - A)^{-1}AX_1 \quad \text{--- ①}$$

X : 総波及生産額ベクトル

X_1 : 直接波及によって生じた投入ベクトル

X_0 : 生産額増加又は立地産業の投入ベクトル

A : 投入係数行列

①の式において、 AX_0 は、生産額の増加又は新規産業立地によって生じた一次波及（直接波及）を表わし、 $(I - A)^{-1}AX_1$ は、一次波及から間接的に生じた二次以上の波及（間接波及）を表わしている。

ここで用いられている投入係数行列 A は、地域間産業連関表（8地域、25分類）より求めたものであり波及効果を地域別に計測することができるが、産業分類が粗いために各産業の波及効果を細かく見ることができない。そこで、本研究においては、より産業分類の細かい北海道産業連関表（411分類）を用いて、投入係数行列の一部を変えることにする。まず、波及効果を求めたい産業の投入係数ベクトルを北海道産業連関表より求め、これを25分類に整理したものを、 $(b_1, \dots, b_{25})$ とする。次に投入係数行列 A の中の、波及効果を求めたい産業が含まれている産業（例えば、米については農林水産業）の投入係数ベクトルを産業ごとに整理する。すなわち、

$$(a_1, \dots, a_{25}) \quad a_i = \sum_{k=1}^8 a_{ij}^{kl} \quad i=1, \dots, 25 \quad j=1, \dots, 25 \quad l=1, \dots, 8$$

j, l は固定

a_{ij}^{kl} は A の成分で、 k 地域 i 産業から l 地域 j 産業への投入係数を表すとする。このとき b_{ij}^{kl} を次のように定める。

$$b_{ij}^{kl} = b_i \times a_{ij}^{kl} / a_i \quad i=1, \dots, 25 \quad j=1, \dots, 25 \quad l=1, \dots, 8$$

j, l は固定

この b_{ij}^{kl} で a_{ij}^{kl} を置き換えたものを B として、①を次のように書き換える。

$$X = BX_0 + (I - A)^{-1}AX_1 \quad \text{--- ②}$$

この式によって各地域各産業で生産額の増加又は新規生産が行なわれた場合の生産額の波及効果をより詳しく計測することが可能となる。同様に、雇用の波及効果は次の式ようになる。

$$Y = BX_0 \otimes R + (I - A)^{-1}AX_1 \otimes R \quad \text{--- ③} \quad Y : \text{総雇用波及ベクトル}$$

R : 就業者原単位ベクトル

$\otimes$ は同一成分をかける演算を意味する

投入係数の将来予測については、生産性の上昇とともに付加価値の占める割合が増加し投入係数が減少することに着目して、昭和50年と55年の係数を比較し、増加しているものについては、変化なし、減少しているものについては、同一割合で減少するものとして予測する。また、就業者原単位の将来予測については、

就業者原単位の逆数を最小2乗法の一次回帰によって予測する方法によって、将来予測を行なった。

(2) 結果

2の研究の手順において3つに分類した各産業について、生産額及び雇用の波及効果を、3(1)の方法で計測したところ次のような結果を得た。

(I) 生産額の波及効果 (表-2)

表-2 生産額波及力

昭和70年における波及効果を波及力として示した。

波及力62、道内30、道外32、とは100の生産があった場合、全国に62の生産額の波及があり、そのうち道内に30、道外に32の波及があることを意味する。

①農産物 — 全般的に、波及力は60~80でそれほど大きくはなく、道内波及よりも道外波及の方が大きいといえる。波及効果が最も大きく現われるのは、化学産業部門であり、農産物の生産に使用される化学肥料が理由と思われる。個別に見てみると、米が62と低い他は、波及力は75前後である。道内と道外の比は、作物によらず、ほぼ一定である。

②畜産物 — 酪農については、波及力は65とそれほど大きくはないが、他の畜産物については、かなり大きな波及効果が期待できる。特に、養鶏 177、養豚 160であり重工業に匹敵する波及力を持っている。さらに他の産業と比べて特徴的であるのは、道内波及が道外波及の2倍以上あり、波及効果が道外に流出しないことである。波及効果が大きく現われるのは食料品産業部門と農林水産業部門であり、畜産動物の飼育のために使用する配合飼料が理由と考えられる。

③林・水産物 — 産業によって波及効果にばらつきがあるが、すべて、道内波及の方が道外波及より大きくなっている。特に内水面養殖業は大きな道内波及を期待することができる。波及効果が大きく現われるのは、食料品産業部門と農林水産業部門である。

④食料品 — 全般的に、波及力は130~180と非常に大きく、また道内波及の方が道外波及よりもかなり大きくなっている。かなりの波及効果が期待できる。波及効果が大きく現われるのは、農林水産業部門であり、食料品産業の原料として使用されるのが理由と考えられる。個別に見ていくと、澱粉の道内波及の大きさが目につく。

⑤パルプ・紙 — 波及力 105、そのうち道内波及は68であり、かなり大きい。

⑥化学 — 全般的に、波及力は大きいのであるが、道外に流出する割合が大きく、道内波及そのものはそれほど大きくはない。しかし、今後、生物農薬、あるいは窒素固定菌などの技術が工業化されれば、投入係

バイオ関連産業

産業分類		波及力	道内	道外
農・林・水産物	米	62	30	32
	麦類	74	33	41
	野菜	76	34	42
	いも類	75	34	41
	豆類	75	34	41
	砂糖原料作物	78	35	43
	酪農	65	42	23
	養鶏	177	126	51
	養豚	160	112	48
	肉牛	99	68	31
食料品	内水面養殖業	111	71	40
	海面養殖業	75	41	34
	特殊林産物	49	28	21
	酪農品	154	93	61
	魚油・魚粕	132	74	58
パルプ・紙	砂糖	149	101	48
	植物油	182	97	85
	澱粉	172	121	51
	配合飼料	163	92	71
化学	リン酸質肥料	167	70	97
	アンモニア系肥料	142	34	108
	農薬	143	43	100
	医薬品	103	50	53

非バイオ関連産業

産業分類		波及力	道内	道外
金属製品	金属製品	172	72	100
	輸送機械	124	26	98
	鉄鋼	62	33	29
	化学	148	47	101
	一般機械	158	44	114
	電気機械	167	37	130
	精密機械	131	34	97

数の変化等により、波及力、道外内比にも変化が現われるものと思われる。

⑦非バイオ関連産業 — 鉄鋼を除いて、波及力は非常に大きくなっているが、道外に流出する割合が大きく、従って道内波及は全般的に小さくなっている。道内波及だけに着目すると、非バイオ関連産業は、ほぼ農産物と同じ位の波及効果しか期待できないということがいえる。鉄鋼は、道内波及が道外波及よりも大きくなっているが、波及力そのものが小さいためやはり大きな波及効果は期待できない。

(Ⅱ) 雇用の波及効果 (表-3)

昭和70年において、20億円の生産が行なわれた場合の雇用創出効果を各産業について計測してみた。この数字には、生産額の波及効果の場合と同様に、産業立地、あるいは生産増そのものによる直接の雇用増は含まれていない。

全般的には、生産額の波及効果と同じ様な結果であるといえる。道内の波及効果について見ると、畜産業、食料品産業への波及力が大きくなっているが、これは第一次産業への波及効果が大きいため、第二次、第三次産業への波及効果のみに着目すれば、非バイオ関連産業と同じ位の波及効果であるといえることができる。非バイオ関連産業については、生産額波及の場合と同様、道外に流出してしまう割合が大きく、道内波及はそれほど大きくはない。また、農産物の雇用波及が、生産額については道外波及の方が大きかったにもかかわらず、道内波及の方が大きくなっているのがわかる。なお、今後バイオテクノロジー等の導入による生産性上昇のため、雇用波及の実数には変化があると思われる。

4 シナリオ分析

(1) シナリオの設定

次に、2で分類した(Ⅰ)と(Ⅱ)の産業の中からいくつかを組み合わせるシナリオ分析を試みしてみる。取り上げる産業は次の通りである。

(Ⅰ) 米、麦類(小麦)、いも類(馬鈴しょ)、

豆類(大豆)、砂糖原料作物(てん菜)、酪農、養鶏、養豚

(Ⅱ) 澱粉、植物油脂、砂糖、酪農品

上の産業を、原料-製品の関係から次のように組み合わせる。

馬鈴しょ-澱粉、大豆-植物油脂、てん菜-砂糖、酪農-酪農品

このときシナリオを次のように設定し、それぞれ、道内における生産額及び雇用の波及効果を計測してみ

表-3 雇用波及

バイオ関連産業

単位 人/20億円

産 業 分 類			総波及	道 内	道 外
農・林・水産業	農	米	74	41	33
		麦 類	97	51	46
		野 菜	100	57	43
		いも類	95	52	43
		豆 類	91	51	40
	林	砂糖原料作物	95	53	42
	水産業	酪 農	109	66	43
		畜 養 鶏	286	199	87
		養 豚	260	179	81
		肉 牛	167	108	59
食料品	林水産	内水面養殖業	165	106	59
		海面養殖業	119	72	47
		特殊林産物	75	46	29
	食料品	酪 農 品	329	219	110
		魚 油・魚 粕	250	156	94
		砂 糖	330	242	88
		植 物 油 脂	333	209	124
		澱 粉	376	279	97
		配 合 飼 料	349	224	125
	パ ル プ・紙		154	114	40
化学		リン酸質肥料	216	122	94
		アンモニア系肥料	149	52	97
		農 薬	178	83	95
		医 薬 品	146	85	61

非バイオ関連産業

単位 人/20億円

産 業 分 類		総波及	道 内	道 外
金属製品 輸送機械 鉄 鋼 化 学 一 般 機 械 電 気 機 械 精 密 機 械	金 属 製 品	151	79	72
	輸 送 機 械	139	43	96
	鉄 鋼	65	44	21
	化 学	168	74	94
	一 般 機 械	180	68	112
	電 気 機 械	205	64	141
	精 密 機 械	194	69	125

る。

表-4 各Caseの生産増 単位億円

Case I 昭和70年まで農畜産物の生産性が現状で推移した場合

Case II 昭和70年までの農畜産物の生産性がCase Iの場合よりも増加した場合で、増加した生産物を食料品産業の原料として利用した場合

各Caseにおける生産額の増加分を、表-4のように設定する。各金額の設定の仕方は次の通りである。

①米 — 昭和60年の生産性を 450kg/10aとし、Case Iではこの生産性に変化なし、Case IIでは 550kg/10aに上昇すると仮定し、作付面積は昭和55年の面積のまま一定であるとして、収量の増加を予測して、昭和55年の価格で金額に換算した。

②小麦 — 同上、生産性を、昭和60年は 352kg/10a、Case Iでは 448/10a、Case IIでは 500kg/10aとする。

③馬鈴しょ — 同上、生産性を、昭和60年は3793kg/10a、Case Iでは 4425kg/10a、Case IIでは5000kg/10aとする。

産 業	Case I	Case II
米	—	433.15
小麦	155.31	239.43
馬鈴しょ	111.94	213.78
大豆	26.26	48.25
てん菜	125.72	190.11
酪農	247.94	495.89
養鶏	17.52	61.55
養豚	50.00	105.86
澱粉	—	172.40
植物油脂	—	82.62
砂糖	—	338.27
酪農品	—	501.91

表-5 シナリオ分析の結果①

④大豆 — 同上、生産性を、昭和60年は 221kg/10a、Case Iでは 264kg/10a、Case IIでは 300kg/10aとする。

⑤てん菜 — 同上、生産性を、昭和60年は、5574kg/10a、Case Iでは6517kg/10a、Case IIでは7000kg/10aとする。

⑥酪農 — 飼育頭数を一定とし、昭和70年までに産乳量がCase Iでは 8%、Case IIでは16%増加するとし、昭和55年価格で金額に換算した。

⑦養鶏 — 生産額が、Case Iでは現状で推移、Case IIでは年率 2%で増加すると仮定した。

⑧養豚 — 同上
昭和60年とCase Iの値については、昭和49年～59年のデータを用いて一次回帰で予測している。Case IIの値については、農業団体・研究機関へのhearing を参考にした。

⑨酪農品 — 北海道産業連関表の酪農品の投入構造から、酪農 2.47 億円につき酪農品 5億円が生産可能とし、酪農の増加分の50%を原料として利用すると仮定した。

⑩植物油脂 — 同上、大豆 1.46 億円につき 5億円の生産が可能で、大豆の増加分の50%を利用すると仮定する。

⑪砂糖 — 同上、てん菜 2.81 億円につき 5億円の生産が可能で、てん菜の増加分の 100%を利用すると仮定する。

⑫澱粉 — 同上、馬鈴しょ 3.10 億円につき 5億円の生産が可能で、馬鈴しょの増加分の50%を利用する

生産額 億円 雇 用 人	Case I		Case II	
	生産額	雇 用	生産額	雇 用
農林水産	32.05	471	688.12	10887
石炭・亜炭	1.55	14	8.25	76
その他鉱業	8.34	75	38.81	352
食料品	78.78	287	178.55	649
繊維	1.56	19	5.74	71
製材・木製品	1.26	12	6.84	64
パルプ・紙	2.50	4	12.14	18
皮革ゴム製品	0.30	6	0.77	14
化学	15.32	192	104.37	394
石炭石油製品	10.53	3	53.75	15
窯業土石製品	2.58	18	9.56	68
鉄鋼	2.72	3	11.75	14
非鉄金属	0.20	0	0.65	0
金属製品	1.42	13	6.22	63
一般機械	10.19	28	40.85	112
電気機械	0.75	9	2.82	37
輸送機械	5.57	14	22.54	59
精密機械	0.06	0	0.23	1
その他製造業	2.34	33	11.82	166
建設	6.08	32	19.09	104
電気ガス水道	10.45	33	47.13	146
商業	35.61	713	111.62	2234
金融不動産	33.34	302	153.05	1390
運輸	16.43	235	67.62	965

と仮定する。

以上、⑨～⑫の利用率は現在の利用率よりも高めに設定してある。また、金額はすべて昭和55年の物価レベルで計算してある。

(2) 結果

結果を表一5、表一6に示す。表一5には各Caseの道内における総波及効果を産業別に示してあ

る。表一6には、合計①として表一4の各Caseの生産額の増加額の合計を、合計②として表一5の各Caseにおける生産額と雇用の波及効果の合計を、総合計として直接の生産額の増加分に波及効果としての生産額の増加分を加えたものを、それぞれ示した。

結果を見てみると、まず、第三次産業全体に大きな波及効果が現れている。これを除くと、農林水産業、食料品、化学に波及効果が現れていて、これらに石炭石油製品、電気ガス水道のエネルギー部門と一般機械が続いている。また、農畜産業の生産性を上昇させ、それを食料品産業と結びつけることによって、非常に大きな波及効果を期待することができる。CaseⅡの波及生産額の合計は、千歳隣空工業地帯の工業生産額による道内波及に匹敵している。

5 考察と今後の課題

これまでの結果により次のようなことが言えると思われる。まず、北海道においては、農林水産業と食料品産業、化学産業とが密接にむすびついていることがわかる。次に波及効果について見てみる。北海道では、生産額波及の面から見た場合、重化学工業よりもバイオ関連産業の方が有効であること、特に、畜産業、食料品産業などは有効であると思われる。また、雇用波及の面から見ても、バイオ関連産業は重化学工業に劣るものではないと考えることができる。従って、北海道の産業開発の方向を考える場合には、バイオ関連産業の有効性に鑑み、バイオテクノロジー等の先端技術を導入することによって農林水産物の生産性を上昇させ、食料品産業、化学産業を中心とするバイオ関連産業を立地させることが効果的であると思われる。

本研究においては、バイオ関連産業として、おもに第一次産業と食料品産業のみを取り上げたが、この他にもバイオテクノロジーの導入が予想される産業として、ファインケミカル・医薬品などの化学工業があり、また、バイオマスを資源として活用する技術は、北海道においては重要であると考えられ、これらの産業の評価が今後の課題である。

参考文献

- 1) 通商産業省基礎産業局編：21世紀を拓くバイオインダストリーその展望と課題ー 1984年
- 2) 小田島智典、山村悦夫：ソフトエネルギー導入による北海道における域際収支改善に関する研究 土木学会北海道支部論文報告書、No40 476ー 481 1984年
- 3) 山村悦夫、小田島智典：苫東工業基地先端産業導入による北海道域際収支改善に関する研究 土木学会北海道支部論文報告書、41号 446ー 451 1985年

表一6 シナリオ分析の結果② 単位 億円 人

	Case I		Case II	
	生産額	雇 用	生産額	雇 用
合計①	734.69	——	2883.22	——
合計②	288.45	2516	1648.19	17899
総合計	1023.14	——	4531.41	——