

北海道における製材工場の地域的適正配置（1）

小 杉 隆 至

現在、北海道においては、業界を中心に関係官庁が協力して、製材業構造改善事業を実施中である。この事業のなかにはいろいろな問題が含まれているが、その一つとして慢性化している過当競争の排除があり、その対策として過剰設備整理による操業度、労働生産性の向上をあげることができる。全道的にみてその生産設備なり、工場数を木材資源及び製材需要に見合うものにするのはもちろん重要であるが、さらに製材工場は各地に分布しているので、地域的にどのように配置されるのが合理的であるか検討を加えてみることも必要である。

北海道の製材業は、豊富なる森林資源を背景に、木材産地として発展してきた。その間好況不況の波はあったにせよ、需要は増大する方向で推移し、出材は消費地より遠ざかった。それにつれて製材工場も産地に新設され、一方において消費地製材工場も需要に直結した形で存在し、競争が激化した。しかるに35年ころより、素材の輸入が除々にではあるが増加し、39年には国有林が森林蓄積の悪化を理由にわずかではあるが減伐方針を打ち出したので、これを契機として立地条件は消費地に近い臨海工業地域に移動していると考えられる。以上のことからここで全道をいくつかの地域に分割して適正配置を検討する。

1. 問題とモデルの設定

1.1 分析手法

分析手法としては、イ) 全体としての均衡体系を考える巨視的分析 (macro - analysis) と、ロ) 個々の主体の行動原理を通じて一般均衡に導く微視的分析 (micro - analysis) があるが、この場合には個々の企業について分析するのではなく、あくまでも製材業界全体として考えるので、分割された地域がそれぞれ独立なものであってはならず、より大きな地域全体内における生産流通という姿としてとらえなければ意味をなさなくなる。したがって、今回は巨視的分析によるのが妥当と考える。またこの種類に似る論文をみても同様の手法がとられている。

巨視的分析を合理的に実施するため、分布に影響する諸要素をできるだけ計数的にとらえて、数式モデルを作成し、電子計算機によって解を求めた。モデルの設定から計算までは、簡単なリニヤー・プログラミングの手法によることにした。モーゼスその他による産業適正配置の分析^{1),2)}では、各種産業を包含しているため、産業連関分析の手法をとり、輸送問題として

モデルを作成している。これに対して本研究で対象としているのは、製材工場が中心であるから、原木の生産から製材消費までであり、業種でいうと造材業、製材業それに輸送業の一部である。したがって産業連関分析の手法をとるまでもないと考えた。またダイナミック・プログラミングの手法も考えられるが、多少計画変数を多くすることにより、簡単なリニヤー・プログラミングの手法でまとめた方が、理解しやすいと考えた。

1.2 地域区分

巨視的分析手法をとるため、北海道内の特定地域を抽出するのではなく、全体を分割していくつかの地域に分け、その分け方は支庁単位による14地域に区分するのが、各種統計資料の利用、結果と現実の比較、さらに計算する場合にも適当な分割であると考えた。

1.3 対象期間

適正配置は、製材工場の側ばかりでなく、後述の外部要因（素材の生産・輸入、製材需要など）にも影響を受けるので流動的である。

今回はまず、すでに実績の集計が発表されている42

年度について適正配置を求め、実態との比較検討を試みた。その結果によって将来の特定時点について推定値を入れて再度分析する予定である。

1.4 分析モデル

i) 最適化について

製材工場の地域的適正配置を考えるにあたっては、何をもって最適であるかを定めなければならない。さきにも述べたごとく、北海道における製材業全体について考えることを前提として、その利益の総額、利益率、付加価値を高めるということもあり、また売上高とは関連させないで経費を最小にするということも考えられる。最適化からみるならば製材需要をみだし、利益額を最大にするのが理想ではあるが、そのためにはかなり立ち入った調査または資料が必要となるので、今回は費用最小化をねらった。

ii) 立地因子

一般に立地因子として輸送費、労務費、集積があげられるが、このうち集積の利益については、現実的な計数把握が困難であるのでとりあげないことにした。道内の現状をみると、消費地における製材工場は、需要に直結した形で運営され、その存在意義を認めることはできても、木材を有効に利用するコンビナートといったものはまだまだこれからの感がある。したがって輸送費、労務費だけであり、重量減少原料という性格から、産地では素材生産に見合った能力が必要で現有設備がたりないところは、その分だけ近くの能力過剰地域あるいは大消費地に移送することになる。これに対して輸入材は港湾地区で消費され、輸送費のかかる内陸地区には移動しない。一方、労務費の立地に対する影響はそう大きくないと予想される。

iii) 樹種について

樹種の区分は針葉樹と広葉樹とに大別した。広葉樹については樹種も多く、それぞれ価格、用途、木取法など特徴をもっているが、広葉樹はまとめて一種類とし、樹種による相異は考慮しないこととした。また南洋材についても製材品は一部建築、建具用などに用いられ、道産針葉樹製材品と競合する面もあるが、ここでは広葉樹として取扱った。

iv) 数学モデル

以上のことからモデルをつぎのとおり作成した。

まず目的式であるが、輸送費と労働費を最小にするということから、解として導くべき変数を輸送量Sと原木処理量とした。輸送費は、輸送量Sと単位当り輸送費との積として求め、労働費は原木処理量と単位当り所要労働費bの積として求めることができる。また輸送費は、素材iと製材jの二種類に区分し、さらに針葉樹と広葉樹に区分した。労働費についても針葉樹と広葉樹に区分した。目的式をZとするとつぎのように示すことができる。

$$Z = \sum_{p,q=1} \sum_{i=1} V_i^{pq} \cdot S_i^{1q} + \sum_{p,q=1} \sum_{j=1} V_j^{pq} \cdot S_j^{pq} + \sum_{p=1} \sum_{i=1} b_i^p \cdot X_i^p \rightarrow \min.$$

(p, q = 1, 2, ……14 i = 1, 2
j = i + 2 = 3, 4)

ただし、

- V_i^{pq} : p地域からq地域へi素材を1単位輸送する費用
- S_i^{pq} : i素材のp地域からq地域への輸送量
- V_j^{pq} : p地域からq地域へj製材を1単位輸送する費用
- S_j^{pq} : j製材のp地域からq地域への輸送量
- b_i^p : p地域におけるi素材を1単位処理するのに必要とする労働費
- X_i^p : p地域におけるi素材の処理量
- i : 素材の針広別
- J : 製材の針広別

とする。これだけであると、素材輸送量 S_i 、製材輸送量 S_j 及び素材処理量 X がそれぞれ0のとき、目的式は最小になるので制約条件式をつぎのように設定した。

すなわち、素材及び製材に関する地域別の需給関係を示すものと、地域別の素材処理量が当該地域の素材処理能力を超えないという条件である。

まず製材については、各地域の需要を完全に満たすことを条件として需要と供給のバランスをとることを制約条件式とした。

$$E_j^p + y_j^p + \sum_q S_j^{pq} = R_i \cdot X_i^p + \sum_q S_j^{qp} \dots\dots\dots(1)$$

(p, q = 1, 2, ……14, j = i + 2 = 3, 4)

ただし

- E_j^p : P地域からのj製材輸移出量
- Y_j^p : P地域におけるj製材需要量
- R_i : i素材からの製材歩止り

すなわち(1)式の左辺はP地域における製材の需要の総量を示し、右辺は供給の総量を示す。このような制約条件式を14地域について針広別に28コ作成する。P地域における需要量 Y_j^p 、およびP地域からの輸移出量 E_j^p についてはすでに42年度の実績から推定できる。これに対して、地域内製材生産量 $R_i \cdot X_i^p$ の方が大、すなわち

$$Y_j^p + E_j^p < R_i \cdot X_i^p$$

であるならば供給過剰となり、他の需要過大地域へ輸送することとなり、他地域への輸送量 S_j^{pq} がいくらかの値となる。逆に

$$Y_j^p + E_j^p > R_i \cdot X_i^p$$

ならば、需要を満すため不足分を他地域からの輸送 S_j^{pq} によらなければならない。

このように製材について過不足を補なうこともできるが、一方では素材消費量で調整することもできる。すなわち、素材の地域間輸送によって製材需要に見合う素材消費量 X_i^p に増減することができる。このため素材の需給関係を制約条件式としてつぎのように設定

した。

$$X_i^p + \sum_q S_i^{pq} = L_i^p + I_i^p + \sum_q S_i^{qp} \dots \dots \dots (2)$$

(p, q = 1, 2, \dots, 14 \quad i = 1, 2)

ただし

- L_i^p : P地域におけるi素材の生産量
- I_i^p : P地域におけるi素材の輸入量

素材の供給量は地域内生産量 L_i^p と輸入量 I_i^p の和であり、需要量は X_i^p である。その過不足分については他地域への輸送量 S_i^{pq} 、または他地域からの輸送量 S_i^{qp} によってバランスを保つことができるようにした。

素材処理量 X_i^p については、またその地域の生産設備能力に直接制約されるので、設備による制約条件式を設けた。

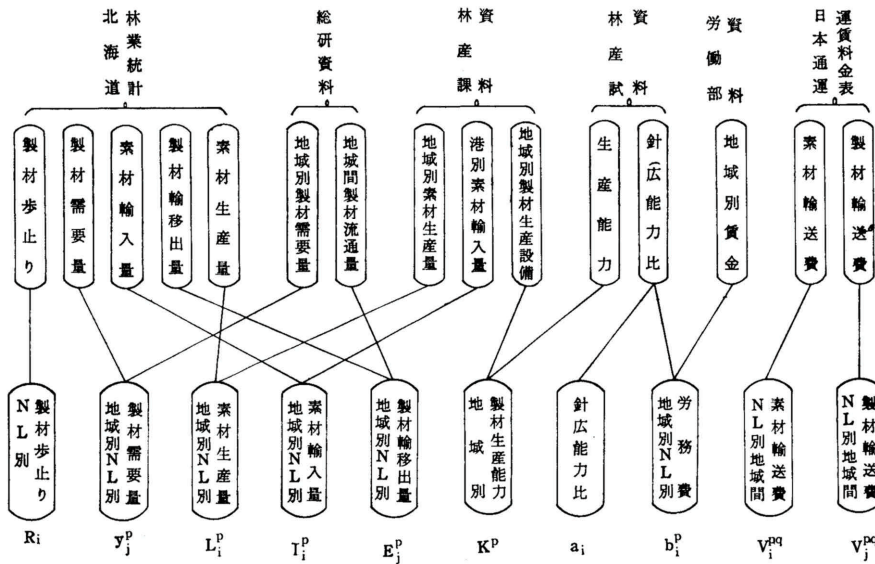
$$\sum_i a_i \cdot X_i^p \leq K^p \dots \dots \dots (3)$$

(P = 1, 2, \dots, 14)

ただし

- a_i : 素材処理能力係数
- K^p : P地域における素材処理能力

素材処理にあたっては、針葉樹であるか広葉樹を処理するかによって、同じ設備を使用しても、単位時間当り処理量が異なるので、能力係数を用いて針葉樹に



第1図 インプット・データ・ソース

換算した。地域別素材処理能力についても同様、針葉樹を基準とした。

以上3種の制約条件下で、目的式の値が最小となるような輸送量 S_i^{pq} 、 S_j^{pq} 及び素材処理量 X_i^p を求めることにした。

2. インプット・データ(第1図参照)

2.1 輸送費

V_i^{pq}, V_j^{pq} ($i=1, 2, j=i+2=3, 4, p, q=1, 2, \dots, 14$)
輸送については、貨車輸送とトラック輸送があり、最

近の道路網整備により、次第にトラック輸送のウェイトが高まっている。このため、地域間輸送費として国鉄貨車運賃のみを基にすることは不十分であるが、輸送費の性格をもっとも一般的にあらわすものとして鉄道費パターンを選んだ。また全道を支庁別に分割して14地域にしたのであるが、1地域でもひろがりがあるので、地域間輸送距離を算定する場合には、支庁所在地を中心と仮定して、平均輸送距離を算定した。その他については、日本通運株式会社の通運事業運賃料金及び日本国有鉄道貨物運送規則により、素材と製材に

第1表 地域間素材輸送費 S_1^{pq}, S_2^{pq} m^3 当り円

p, q		針葉樹素材地域間輸送費 S_1^{pq}														
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	
		支庁	渡島	桧山	後志	石狩	空知	上川	留萌	宗谷	網走	胆振	日高	十勝	釧路	根室
広葉樹素材地域間輸送費 S_2^{pq}	01	渡島		555	937	1,212	1,335	1,640	1,702	2,459	2,384	937	1,488	2,084	2,459	2,830
	02	桧山	669		1,182	1,457	1,609	1,930	2,008	2,684	2,610	1,212	1,763	2,310	2,684	3,043
	03	後志	1,130	1,426		606	754	1,060	1,091	1,854	1,763	846	1,396	1,426	1,823	2,235
	04	石狩	1,462	1,757	731		348	754	815	1,549	1,488	754	968	1,151	1,548	2,008
	05	空知	1,610	1,940	909	420		632	693	1,426	1,365	785	968	1,029	1,426	1,823
	06	上川	1,978	2,328	1,278	909	762		555	1,121	1,060	1,060	1,274	907	1,273	1,702
	07	留萌	2,053	2,422	1,316	983	836	669		1,396	1,304	1,121	1,335	1,121	1,518	1,930
	08	宗谷	2,966	3,237	2,236	1,868	1,720	1,352	1,684		1,854	1,854	2,084	1,671	2,084	2,534
	09	網走	2,875	3,148	2,126	1,795	1,646	1,278	1,573	2,236		1,794	2,008	988	846	1,151
	10	胆振	1,130	1,462	1,020	909	947	1,278	1,352	2,236	2,164		937	1,794	1,854	2,310
	11	日高	1,795	2,126	1,684	1,167	1,167	1,536	1,610	2,513	2,422	1,130		1,671	2,084	2,459
	12	十勝	2,513	2,786	1,720	1,388	1,241	1,094	1,352	2,015	1,192	2,164	2,015		723	1,151
	13	釧路	2,966	3,237	2,199	1,868	1,720	1,536	1,831	2,513	1,020	2,236	2,513	872		754
	14	根室	3,413	3,670	2,695	2,422	2,199	2,053	2,328	3,056	1,388	2,786	2,966	1,388	909	

第2表 地域間製材輸送費 S_3^{pq}, S_4^{pq} m^3 当り円

p, q		針葉樹製材輸送費 S_3^{pq}														
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	
		支庁	渡島	桧山	後志	石狩	空知	上川	留萌	宗谷	網走	胆振	日高	十勝	釧路	根室
広葉樹製材輸送費 S_4^{pq}	01	渡島		462	780	1,010	1,112	1,366	1,418	2,048	1,985	780	1,240	1,735	2,048	2,357
	02	桧山	606		985	1,213	1,340	1,608	1,673	2,235	2,174	1,010	1,468	1,924	2,235	2,534
	03	後志	1,024	1,293		505	628	883	909	1,544	1,468	704	1,163	1,188	1,519	1,861
	04	石狩	1,326	1,592	663		290	628	679	1,230	1,240	628	806	959	1,290	1,673
	05	空知	1,460	1,759	824	381		526	577	1,188	1,137	654	806	857	1,188	1,519
	06	上川	1,793	2,111	1,159	824	690		462	934	883	883	1,061	755	1,061	1,418
	07	留萌	1,861	2,196	1,193	891	757	606		1,163	1,086	934	1,112	934	1,264	1,608
	08	宗谷	2,688	2,934	2,027	1,693	1,560	1,226	1,527		1,544	1,544	1,735	1,392	1,735	2,110
	09	網走	2,606	2,854	1,927	1,628	1,493	1,159	1,426	2,027		1,494	1,673	823	704	959
	10	胆振	1,024	1,326	924	824	859	1,159	1,226	2,027	1,961		780	1,494	1,544	1,924
	11	日高	1,628	1,927	1,527	1,058	1,058	1,393	1,460	2,278	2,196	1,024		1,392	1,735	2,048
	12	十勝	2,278	2,526	1,560	1,259	1,125	991	1,226	1,827	1,080	1,961	1,827		602	959
	13	釧路	2,688	2,934	1,994	1,693	1,560	1,393	1,659	2,278	924	2,027	2,278	790		628
	14	根室	3,094	3,326	2,443	2,196	1,994	1,861	2,111	2,770	1,259	2,526	2,688	1,259	824	

ついて針広別地域間単位材積あたり輸送費を第1表及び第2表のとおり算定した。なお、同一距離の輸送において針葉樹製材の輸送費を基準(1.00)とした場合、広葉樹製材輸送費は1.31, 針葉樹素材輸送費は1.20, 広葉樹素材輸送費は1.45の比率になっている。

2.2 生産能力 K^p ($p=1, 2, \dots, 14$)

地域別製材生産能力(=素材処理能力)は、製材機械設備とその能力を基礎として算定した。すなわち機械設備は道林産課資料及び林業統計より求め、設備能力については、当場の製材試験結果³⁾を基礎として、地域別製材生産能力を算定した。これに対して、現実

には原木不足などの理由により操業度低下を余儀なくされ、人員を少なくして対応している。したがって、設備の稼働率も低下しているのであるが、このような実績をもって能力とすることは危険であるので、稼働率低下分は潜在的生産能力と考えて算定した。

またさきの研究では、設備能力の算定にあたっては、機械設備が充分稼働できるような理想的な状態を想定して算出したのであるが、現実には老朽設備、熟練工不足、冬期間の能率低下など、さまざまな問題を含んでいるので、さきの標準処理能力の20%減と評価した(第3表〔1〕)。

第3表 インプット・データ

			渡島	松山	後志	石狩	空知	上川	留萌	宗谷	網走	胆振	日高	十勝	釧路	根室	計
〔1〕地域別製材生産能力	K^p	千m ³ /年	687.4	282.2	385.9	497.3	773.8	1,407.4	226.6	199.7	1,509.1	378.2	393.6	944.6	650.9	255.4	8,592.1
〔2〕地域別労働費(針)	b_1^p	円/m ³	1,047	1,024	1,117	1,280	1,198	1,094	1,210	1,163	1,140	1,222	1,128	1,082	1,222	1,035	
〔3〕同(広)	b_2^p	円/m ³	1,323	1,293	1,411	1,616	1,514	1,381	1,528	1,469	1,440	1,543	1,425	1,367	1,543	1,308	
〔4〕地域別製材輸移出量(針)	E_3^p	千m ³ /年	8.5	0.1	11.9	5.3	3.8	94.7	2.2	5.6	88.8	7.2	6.7	61.9	6.2	0.6	303.2
〔5〕同(広)	E_4^p	千m ³ /年	18.3	11.8	6.2	3.4	23.3	89.7	14.6	5.0	49.7	5.7	28.5	22.6	8.7	0.4	287.9
〔6〕地域別製材輸入量(針)	I_1^p	千m ³ /年	44.6		17.9				10.6			43.5			4.8		121.4
〔7〕同(広)	I_2^p	千m ³ /年	14.2		44.4				9.7			45.3			36.9		150.5
〔8〕地域別製材需要量(針)	Y_3^p	千m ³ /年	77.8	23.3	72.1	519.1	181.9	219.7	29.1	43.0	110.2	124.7	53.0	130.2	136.1	50.9	1,773.1
〔9〕同(広)	Y_4^p	千m ³ /年	118.1	25.2	64.9	136.5	150.7	120.2	16.3	26.6	110.5	65.1	97.6	56.3	84.6	38.4	1,111.0
〔10〕地域別素材生産量(針)	L_1^p	千m ³ /年	33.2	12.7	41.4	98.8	220.7	537.0	79.1	141.0	675.9	93.1	180.9	516.4	265.7	36.1	2,932.0
〔11〕同(広)	L_2^p	千m ³ /年	74.6	67.5	60.3	59.3	205.5	331.4	74.0	62.5	419.4	85.5	182.1	345.4	237.5	56.4	2,261.4

2.3 針広能力比 a_i ($i=1, 2$)

製材生産能力を素材処理能力で示すことにしたのであるが、同一設備人員をもってしても、針葉樹と広葉樹ではさまざまな条件により処理材積が異なる。また広葉樹については、樹種別に細分するならばさらに差も出てくるのであるが、計算規模の関係で広葉樹は1本にしぼり、当場の製材試験結果^{4), 5)}および従来の経験から、針葉樹1に対し広葉樹は1.25とした。

2.4 製材歩止り R_i ($i=1, 2$)

製材歩止りは、針葉樹と広葉樹に大別し、林業統計⁶⁾より素材消費量と製材生産量から算定した。地域的にみるならば、一般には、素材産地では比較的歩止りが低いのに対し、消費地では小物まで有効に利用され、需要もあるところから当然歩止りもよいと考えられるが、地域別の段階を設定するのは困難であるの

で、全道一律に針葉樹68%, 広葉樹58%とした。

2.5 労働費 b_i^p ($i=1, 2$ $p=1, 2, \dots, 14$)

労働費は、道労働部調査による「中小企業賃金実態調査⁷⁾」から地域別製造業平均賃金を参考にし、地域別格差を設定し、生産能力、針広能力比、労務費の製材コストに占める割合等を参照して、針広別、地域別に素材処理単位材積当りに換算して設定した(第3表〔2〕,〔3〕)。

2.6 製材輸移出量 E_j^p ($j=3, 4$ $p=1, 2, \dots, 14$)

地域別輸移出量は、道総合経済研究所調査による40年度分を参考に地域別出荷量の構成比を求め、林業統計による道全体の輸移出量にわりかけて推定した(第3表〔4〕,〔5〕)。

なお現実には、素材での輸移出もみられるのである

が、木材工業界としては、製材その他に加工して輸移出するのが望ましいという立場から素材の輸移出を含めなかった。

2.7 素材輸入量 I_i^p ($i=1,2$ $p=1,2,\dots,14$)

素材輸入量については、林業統計及び林産課内部資料を参考として、樹種別、港別に輸入量を調査し、そのうち製材用だけをとりあげた。なお、南洋材については輸入量の30%を製材用とした(第3表[6],[7])。

なお素材の移入については、量的にも地域的にもわずかであるので無視した。

2.8 製材需要量 Y_j^p ($j=3,4$ $P=1,2,\dots,14$)

地域的製材需要量は、輸移出量と同様に、総合経済研究所調査による40年度分を参考にして、林業統計による道内全需要量を地域別に配分した(第3表[8],[9])。

2.9 素材生産量 L_i^p ($i=1,2$ $P=1,2,\dots,14$)

全体の素材生産量は、針広別に林業統計より求め、地域別には林産課の内部資料により調整した(第3表[10],[11])。

3. アウトプット・データ

さきに述べた計算式にインプット・データを加え計算により算出しようとするのは、各地域の製材需要をみたしながら、全体の輸送費、労働費を最小にするところの

イ) 地域別針広別素材処理量

$$X_i^p \quad (i=1,2 \quad p=1,2,\dots,14)$$

ロ) 地域間針広別素材輸送量

$$S_i^{pq} \quad (i=1,2 \quad p,q=1,2,\dots,14)$$

ハ) 地域間針広別製材輸送量

$$S_j^{pq} \quad (j=3,4 \quad p,q=1,2,\dots,14)$$

であり、派生的に

ニ) 労働費の総額

ホ) 素材輸送費

ヘ) 製材輸送費

などを得ることができる。

ト) 地域別製材能力の過不足は、イ) 地域別針広別

素材処理量がきまれば、能力との差として算出され、

ニ) 製材工場必要数は同様に処理量に見合うものになり、工場数に換算する場合には、一工場当りの処理量すなわち規模を決めることによって工場数を算出することができる。

文 献

- 1) Leon N. Moses ; A General Equilibrium Model of Production, Interregional Trade, and Location of Industry.
- 2) 西野吉次ほか；わが国における産業の適正配置，早稲田大学生産研究所報 No. 12
- 3) 小杉隆至ほか；製材工場の適正規模に関する研究(1) 北林産試月報12月号(1963)
- 4) 鎌田昭吉ほか；製材工場の適正規模(1) 北林産試月報10月号(1965)
- 5) 小杉隆至ほか；道産広葉樹製材試験，北林産試月報7月号(1967)ほか
- 6) 北海道林務部；北海道林業統計，昭和42年度
- 7) 北海道労働部；中小企業資金実態調査報告書 昭和43年2月
- 8) 沢田成爾；北海道の木材産業における基本情勢の変化とその対策の方角，木材の研究と普及1月号(1969)

—試験部 経営科—

(原稿受理 45.11.16)