

北海道の農作物の6次産業の推進と 道路ネットワークの機能評価に関する研究

Role of Transportation Network for Promoting Sextiary Sector in Hokkaido

北海道大学大学院工学院 ○学生員 大木 研人 (Kento Oki)
 北海道大学大学院工学研究院 正員 岸 邦宏 (Kunihiro Kishi)
 (株)日本都市交通研究所 正員 高田 寛 (Hiroshi Takada)
 (株)構研エンジニアリング 小島 直人 (Naoto Kohata)

1. 本研究の背景と目的

日本の食料自給率はカロリーベースでは 39%、金額ベースでは 64%となっている中、北海道においてはカロリーベースでは 200%、金額ベースでは 202%に上り、北海道は日本の食糧供給基地として大きく貢献をしている。

しかし、北海道に限らず日本の1次産業を取り巻く環境は厳しくなっている。その中で6次産業化が注目されている。6次産業とは農畜産物、水産物の生産だけでなく、食品加工、流通、販売にも生産者が主体的かつ総合的に関わることによって、加工賃や流通マージンなどの今まで第2次・第3次産業の事業者が得ていた付加価値を、生産者自身が得ることによって1次産業を活性化させようというものである。北海道の1次産業は地方部が主力であり、地方の活性化が今後の日本の食を支えていくと考えられる。

一方インフラの評価においては、人口減少など右肩下がりの中でのその評価の新たな指標が求められている。道路評価に関しては、走行時間短縮、走行経費減少、交通事故減少のいわゆる3便益に加えて、地域の特性に基づいた「ストック効果」を積極的に評価することが試みられている。北海道では農水産物の輸送について取り上げられることが多いが、その評価は定性的な効果を表したもののや、事業区間ごとの評価でとどまり、北海道全体のネットワークとして評価されていないのが現状である。

また、北海道の1次産業を支える新たな6次産業という体系を考慮した将来的な輸送ネットワークの研究が必要であるとする。このような中、既存研究で道路ネットワークの食料供給機能に着目し、農水産物のOD表を作成、どのルートをどのくらいの量が運ばれているかを分析したものがある。本研究はこの食料OD表の算出方法を改善し、精度を上げること、そして6次産業化を進めた場合の道路ネットワークの役割について論じることを目的とする。

2. 先行研究の概要と課題

北海道の食糧供給機能に着目した道路ネットワーク評価の研究として、岩館ら¹⁾は農水産物の品目ごとの食料OD表を作成し、北海道の道路ネットワークにおいて、どの路線が多くの食糧を輸送しているのかを重量、金額、

熱量、供給可能人数によって表現した。

また末廣ら²⁾高速道路選択モデルを北海道の物流のデータを用いて構築し、経路選択を組み入れた路線の評価を行った。

これらの研究での食料OD表は、

- (1) FtoC : Farm to Consumer (1次産品→消費者)
- (2) FtoP : Farm to Processing (1次産品→加工品)
- (3) PtoC : Processing to Consumer (加工品→消費者)

の3つに分類して作成されているが、道外移出分についてはFtoPの輸送量の推定に改善の必要があった。つまり6次産業化を考える上で、加工品として移出されるFtoPの道外移出量を把握し、その量が多く、より道内で加工されることの必要性を示すことが重要であると考えた。

そこで本研究では、既存研究の分析手法を別の統計データを用いることで改善し、道外への移出のOD表の精度を上げることとした。

3. 道外移出のFtoPに着目した食料OD表の構築

本研究では、道外移出のFtoPに着目した食料OD表を構築する。食料OD表は道内179の市町村を起点とし、道内分は14の振興局、道外分は8つの圏域に分けて終点を設定した。さらに道外移出は道内の12の港湾を経由するとして、道内の道路ネットワークの分析を行うこととした。表-1に本研究で作成したOD表の概略を示す。

表-1 食料OD表の概略

	D	振興局 (14)	港湾 (12)	道外エリア (8)
O				
市町村 (179)				

起点を市町村としたのは、振興局内の輸送に関する道路の評価が可能になるためである。本研究では同一振興局内の市町村の出荷先割合、輸送機関比、港湾搬入割合は同一であるという仮定を置く。既存研究で対象とし

ていた品目を表-2にまとめる。

表-2 食料 OD 表の対象品目

品類	品目
農産品	米類、麦類、豆類、そば、てんさい、だいこん、かぶ、にんじん、ごぼう、馬鈴しょ、ながいも、はくさい、こまつな、キャベツ、ほうれんそう、アスパラガス、ブロッコリー、レタス、ねぎ、たまねぎ、きゅうり、かぼちゃ、トマト類、ピーマン、スイートコーン、さやいんげん、えだまめ、メロン、すいか、果実類
畜産品	牛肉、豚肉、生乳・乳製品
水産品	にしん、まいわし、かたぐちいわし、さけ、ます、たら、すけとうだら、こまい、ほっけ、さば、さんま、ひらめ、まがれい、ひれぐる、すながれい、そうはち、あかがれい、くろがしがれい、まつかわ、その他のかれい類、めぬけ、きちじ、まぐる、ぶり、さめ類、いかなご、ししゃも、はたはた、あいなめ、そい類、その他の魚類、するめいか、あかいか、やりいか、その他のいか類、みずだこ、やなぎだこ、なまこ、たらばがに、毛がに、花咲がに、ずわいがに、その他のかに、えぞばふんうに、きたむらさきうに、ほっかいえび、ほっこくあかえび、とやまえび、その他のえび類、その他の水産動物、ほたて貝、ほっき貝(うばがい)、あわび、かき類、つば類、あさり、ばかがい、いがい、その他の貝類、こんぶ、わかめ、その他の海藻類、くじら

食料 OD 表の作成のフローを図-1にまとめる。

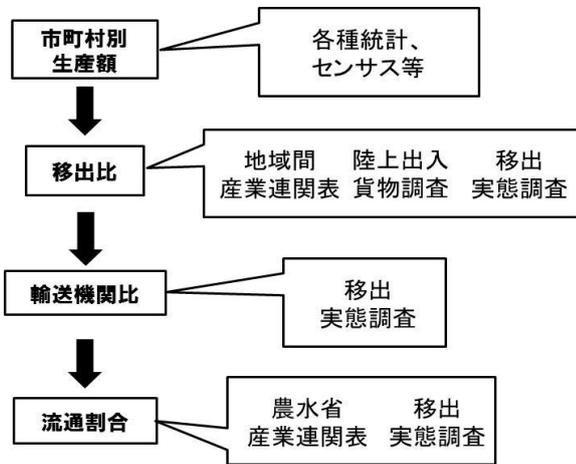


図-1 食料 OD 表の作成フロー

また、作成式は以下ようになる。

$$S_{ij} = S_{Cij} + S_{Pij}$$

$$S_{Cij} = T_i \times \frac{Y_{ij}}{\sum_{m=1}^n Y_{im}} \times \frac{R_{トトラック}}{\sum_{a=1}^b R_{ai}} \times \frac{C_{yi}}{C_{yi} + P_{yi}}$$

$$S_{Pij} = T_i \times \frac{Y_{ij}}{\sum_{m=1}^n Y_{im}} \times \frac{R_{トトラック}}{\sum_{a=1}^b R_{ai}} \times \frac{P_{yi}}{C_{yi} + P_{yi}}$$

S_{ij} : 品目 S の地域 i から j の移動量

S_{Cij} : 品目 S の地域 i から j の FtoC の移動量

S_{Pij} : 品目 S の地域 i から j の FtoP の移動量

T_i : 品目 S の地域 i での生産量

Y_{ij} : 品目 S の大地域 i から j の移動量

R_{xi} : x 機関を用いる地域 i からの出荷量

C_{yi} : y (道内 or 道外) ~ FtoC の出荷量

P_{yi} : y (道内 or 道外) ~ FtoP の出荷量

作物統計や物流センサス等の統計を用いて、市町村別の生産量を求める。次に移出比は、振興局へは地域間産業連関表から、港湾へは陸上出入貨物調査、道外へは移出実態調査から求める。輸送機関比については本研究では道路ネットワークに着目するため、トラック輸送及びフェリーのみを抽出するため移出実態調査を用いる。ここで、岩館らの作成した流動割合は、農林水産省が発表した平成 17 年農林漁業及び関連産業を中心とした産業連関表を用いて FtoC と FtoP の移動について捉えた。しかし農水省の産業連関表はあくまで全国の食料の傾向をもとにした統計であって、北海道固有の流動を捉えることができない。この流動割合を採用してしまうと、産地に関係なくすべての品目が同じ割合で流動を行うことになってしまう。つまり、本研究で特に着目したい 6 次産業の推進による加工品移出における地域間の違いを捉えることができなくなってしまう。これに対し、農畜産品及び加工食品の移出実態調査の中に振興局ごとの仕向け先別出荷量がまとめられており、この統計を用いることで、振興局別に品目ごとの生食用または加工用としての出荷を分類することが可能になる。本研究ではこの統計データを用いることで、道外移出の FtoP の流動を求めた。なお、この統計は有意抽出された団体、企業の出荷量であり集計値が道内の総出荷量と一致しないことから統計の値を直接用いず、あくまで流通された比率を用いることとする。加えて、移出実態調査では表-3 で示す品目を調査対象としているためこちらを本研究の分析対象とする。品目が農作物と生乳に限定されているが、水産品はすでに道内で加工されていることが多いことからこちらを分析の対象としている。

表-3 本研究の対象品目

区分	対象品目
穀物類	うるち米、もち米、小麦、豆類
野菜	馬鈴しょ、たまねぎ、にんじん、かぼちゃ、だいこん、ながいも、キャベツ、ごぼう、スイートコーン、ねぎ、はくさい、トマト類、アスパラガス、ほうれんそう、レタス、きゅうり、ブロッコリー、ピーマン、メロン、すいか、その他野菜
果実	果実類(りんご、ぶどう、なし、プルーンなど)
畜産	牛肉、豚肉
生乳	生乳
乳製品	濃縮乳、牛乳、れん乳、全脂粉乳、脱脂粉乳、その他粉乳、バター、チーズ、生クリーム

本研究では生産高に作物統計を用いており、コントロールトータルも考慮している。以上より、本研究では道内加工と道外加工の割合を振興局ごとに分類することで FtoP に着目した食料 OD 表を作成した。一例として馬鈴薯をケーススタディとして食料 OD 表を表-4、5 に示す。ここでは起点の道内 179 市町村を振興局単位に集約して表示している。また OD 表の中で FtoC、FtoP については上下に分けて表現した。

表-4 道内各振興局からの道内輸送の OD 表 (馬鈴薯) (単位: t)

		石狩	後志	空知	胆振	日高	渡島	檜山	上川	留萌	宗谷	オホーツク	十勝	釧路	根室
石狩	FtoC	1552.08	154.35	222.81	275.84	49.91	96.47	9.48	28.54	2.91	4.03	17.33	40.60	36.68	11.95
	FtoP	681.13	67.74	97.78	121.05	21.90	42.34	4.16	12.53	1.28	1.77	7.61	17.82	16.10	5.24
後志	FtoC	20243.00	2013.12	2905.98	3597.66	650.94	1258.26	123.70	372.30	37.99	52.55	226.07	529.50	478.45	155.86
	FtoP	11141.49	1108.00	1599.42	1980.11	358.27	692.53	68.08	204.91	20.91	28.92	124.43	291.43	263.33	85.79
空知	FtoC	895.51	89.06	128.55	159.15	28.80	55.66	5.47	16.47	1.68	2.32	10.00	23.42	21.17	6.90
	FtoP	6758.41	672.11	970.20	1201.13	217.33	420.09	41.30	124.30	12.68	17.54	75.48	176.78	159.74	52.04
胆振	FtoC	1313.19	130.59	188.52	233.39	42.23	81.63	8.02	24.15	2.46	3.41	14.67	34.35	31.04	10.11
	FtoP	1762.20	175.25	252.97	313.19	56.67	109.53	10.77	32.41	3.31	4.57	19.68	46.09	41.65	13.57
日高	FtoC	84.86	8.44	12.18	15.08	2.73	5.27	0.52	1.56	0.16	0.22	0.95	2.22	2.01	0.65
	FtoP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
渡島	FtoC	27.41	2.73	3.93	4.87	0.88	1711.81	168.29	38.92	3.97	5.49	0	0	0	0
	FtoP	79.24	7.88	11.38	14.08	2.55	4948.92	486.53	112.53	11.48	15.88	0	0	0	0
檜山	FtoC	41.62	4.14	5.98	7.40	1.34	2599.61	255.57	59.11	6.03	8.34	0	0	0	0
	FtoP	172.93	17.20	24.83	30.73	5.56	10800.44	1061.80	245.58	25.06	34.66	0	0	0	0
上川	FtoC	5412.41	538.25	776.98	961.91	174.04	0	0	14402.44	1469.82	2032.84	255.14	147.28	226.42	73.76
	FtoP	10988.82	1092.81	1577.50	1952.97	353.36	0	0	29241.33	2984.18	4127.27	518.01	299.02	459.70	149.75
留萌	FtoC	209.30	20.81	30.05	37.20	6.73	0	0	556.94	56.84	78.61	9.87	5.70	8.76	2.85
	FtoP	11.02	1.10	1.58	1.96	0.35	0	0	29.31	2.99	4.14	0.52	0.30	0.46	0.15
宗谷	FtoC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FtoP	35.39	3.52	5.08	6.29	1.14	0	0	94.17	9.61	13.29	1.67	0.96	1.48	0.48
オホーツク	FtoC	14059.07	1398.14	2018.25	2498.63	452.09	3576.91	351.65	2805.93	286.35	396.04	53136.24	289.58	8476.69	2761.44
	FtoP	28160.36	2800.48	4042.56	5004.76	905.53	7164.55	704.35	5620.29	573.57	793.28	106432.04	580.02	16978.83	5531.16
十勝	FtoC	4843.30	481.65	695.28	860.77	155.74	20.37	2.00	1039.93	106.13	146.78	855.44	9057.30	858.95	279.82
	FtoP	30769.20	3059.92	4417.07	5468.42	989.42	129.43	12.72	6606.59	674.22	932.49	5434.56	57540.51	5456.84	1777.67
釧路	FtoC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FtoP	193.47	19.24	27.77	34.38	6.22	18.16	1.79	852.60	87.01	120.34	785.99	817.92	5056.09	1647.11
根室	FtoC	8.90	0.89	1.28	1.58	0.29	0.84	0.08	39.24	4.00	5.54	36.18	37.65	232.71	75.81
	FtoP	50.86	5.06	7.30	9.04	1.64	4.77	0.47	224.12	22.87	31.63	206.61	215.01	1329.08	432.97

表-5 道内各振興局からの道外輸送の OD 表 (馬鈴薯) (単位: t)

		東北	北陸	関東東山	東海	近畿	中国	四国	九州
石狩	FtoC	37.49	44.16	6006.25	750.94	599.24	18.75	357.27	3.10
	FtoP	21.74	25.60	3482.29	435.38	347.43	10.87	207.14	1.80
後志	FtoC	829.30	1172.86	29091.68	6182.58	11965.99	1286.02	321.62	9.39
	FtoP	5.85	8.27	205.08	43.58	84.35	9.07	2.27	0.07
空知	FtoC	205.24	25.49	1703.87	902.13	356.39	577.85	70.82	997.77
	FtoP	314.35	39.05	2609.72	1381.74	545.86	885.06	108.48	1528.22
胆振	FtoC	361.27	0	2038.27	1180.99	2327.69	1013.95	947.80	97.99
	FtoP	91.45	0	515.95	298.95	589.21	256.66	239.92	24.80
日高	FtoC	0	0	0	0	0	0	0	0
	FtoP	12.49	0	70.48	40.84	80.49	35.06	32.77	3.39
渡島	FtoC	1210.00	2048.86	3606.67	64.51	1595.05	19.72	9.40	855.36
	FtoP	548.72	929.13	1635.59	29.26	723.34	8.94	4.26	387.89
檜山	FtoC	73.08	438.48	9804.49	1745.48	4081.33	1323.40	292.48	343.59
	FtoP	0.81	4.88	109.05	19.41	45.39	14.72	3.25	3.82
上川	FtoC	114.11	0	7442.38	1768.90	2416.34	88.81	0	892.93
	FtoP	86.79	0	5660.40	1345.36	1837.78	67.54	0	679.13
留萌	FtoC	0	0	267.10	23.83	23.83	0	0	0
	FtoP	0	0	0	0	0	0	0	0
宗谷	FtoC	0	0	0	0	0	0	0	0
	FtoP	0	0	42.90	3.83	3.83	0	0	0
オホーツク	FtoC	6232.63	5221.94	85740.83	49861.07	14823.56	2189.84	3032.09	1179.15
	FtoP	2340.45	1960.92	32197.04	18723.62	5566.48	822.32	1138.60	442.79
十勝	FtoC	16993.26	8515.83	141438.10	11096.26	50443.40	17429.58	7048.67	12870.45
	FtoP	11711.57	5869.02	97477.61	7647.42	34765.04	12012.28	4857.87	8870.18
釧路	FtoC	0.12	0	46.50	0	0	0	0	0
	FtoP	58.59	0	23202.29	0	0	0	0	0
根室	FtoC	18.13	0	7181.39	0	0	0	0	0
	FtoP	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 食料の輸送ルート分析

(1) 馬鈴薯の道外移出の状況

図-2 は表-5 で示した市町村別道外向け馬鈴薯の発生量を表した図である。生産量の多いオホーツク、十勝から本州へ多くの馬鈴薯が移出されていることが分かる。馬鈴薯の道外移出量の多いオホーツク・十勝地方について、

利用港湾の状況を分析する。一部の市町村の抜粋ではあるが、陸上出入貨物調査から求めた港湾搬入率を用いて、図-3 にそれぞれオホーツクと十勝における港湾利用量を示す。オホーツクで生産された馬鈴薯の移出に利用されている港湾は主に網走港であり、2割ほどは苫小牧港までトラック輸送されていることが分かる。また

十勝においては、そのほとんどが十勝港を利用して道外へ移出されていることが分かる。

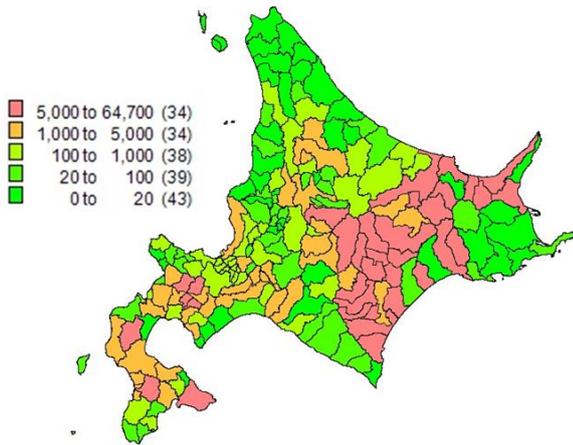


図-2 市町村別道外向け馬鈴薯発生量 (単位: t)

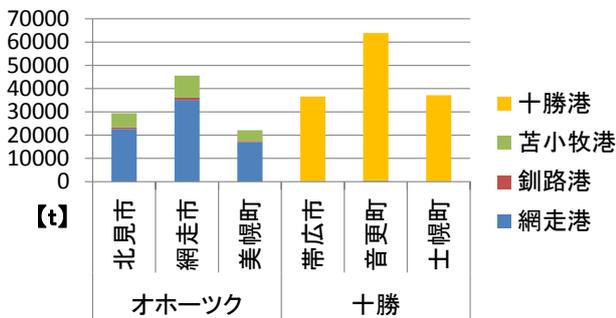


図-3 オホーツク・十勝の港湾利用量 (単位: t)
これらを用いて、道路ネットワークに配分する。

(2) 馬鈴薯の輸送ルート分析

本研究では現状の道道以上の道路ネットワークを対象として輸送ルート进行分析した。ルートはダイクストラ法を用いて最短時間ルートを探し、配分した。図-4にその結果を示す。

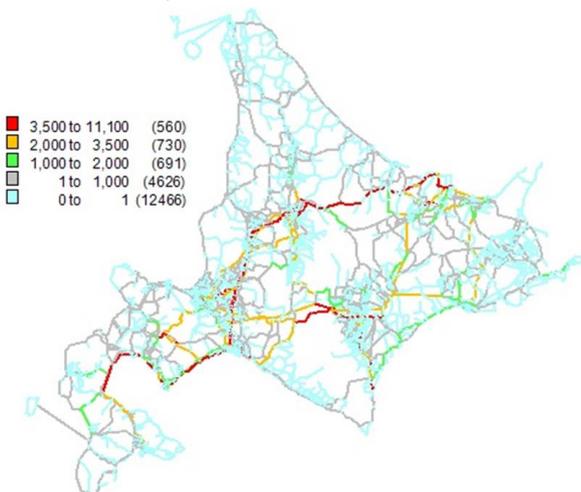


図-4 馬鈴薯のネットワーク配分結果 (単位: 台)
生産量の多いオホーツク、十勝、後志、渡島を起点として、港湾や都市部に輸送が多いことが分かる。また、オホーツクからは網走港に向かっていて一方で、苫小牧港への輸送も示されている。十勝からは十勝港に向かっ

て輸送が多く、また加工用として石狩や後志に向かって輸送が多いことが分かる。

5. 北海道の6次産業化の展望

(1) 農作物の6次産業の可能性

上記の食料 OD 表では、流通段階を分けることで先行研究では表現することのできなかった6次産業ポテンシャルを求めることが可能になった。6次産業ポテンシャルとは道外に加工用として輸送されている量を道外への移出量で割ることで求められる。6次産業ポテンシャルを求めることにより北海道内で加工できる潜在量が把握できる。以下にその式を示す。

$$\text{6次産業ポテンシャル} = \frac{F_{toP}(\text{道外})}{F_{toP}(\text{道内}) + F_{toP}(\text{道外})}$$

上記の表で示した馬鈴薯の食料 OD 表を用いて6次ポテンシャルを導く。振興局ごとに馬鈴薯の6次ポテンシャルを図-5に示す。

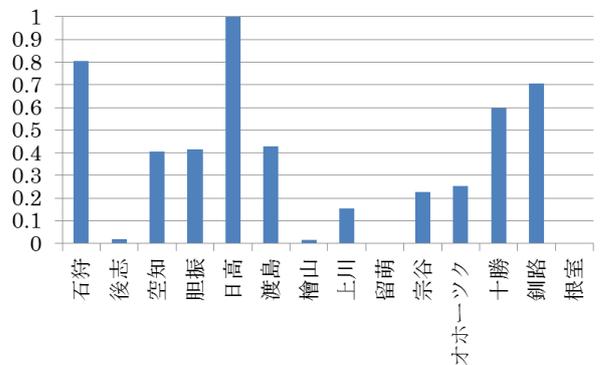


図-5 馬鈴薯の6次産業ポテンシャル

石狩、日高、十勝、釧路では0.5以上の割合を示しており、本州に加工目的での出荷が多い。その分を北海道内での加工に転換することにより、本州に流れていた付加価値を産地である北海道に還元することができる。馬鈴薯に関しては、上記で示した6次産業ポテンシャルの高い地域で6次産業を推進する余地が多い。OD表から6次産業の余地を定量化することができた。

(2) 6次産業化に伴う道路ネットワークの評価

6次産業化が推進することで輸送の変化が考えられる。生鮮品でなく加工品とすることで時間の制約を考慮しない輸送が可能になる。つまり時間よりも費用を優先したルート選択を行うことができる。このことは、6次産業化による地域経済の発展とともに、利用港湾が変わることによる活性化も期待できる。

参考文献

- 1) 岩館慶多、岸邦宏、中辻隆：食糧供給機能に着目した北海道の道路ネットワークの評価に関する研究 土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, 登載決定, 2015
- 2) 末廣真道、岸邦宏、岩館慶多、中辻隆：道路ネットワークの食料供給機能寸断による地域経済影響評価手法に関する研究 土木計画学研究・講演集、Vol.52, CD-ROM, 2015