

水産物消費地市場における配送システムモデルの提案

竹野 健夫, 菅原 光政

(キーワード: SCM, 配送計画, VRP, 情報システム)

1. はじめに

昨今, 工場などの生産現場における効率化のみならず, 原料供給から消費者までのサプライチェーン(SC)としての効率化が求められており, 原料供給, 生産, 流通, 販売の各機能での効率化とそのため情報の保持・共有化がSCMとして取組まれている。水産物は一般に, 漁業生産者, 産地市場, 消費地市場, 小売店を経て消費者へ届けられる。消費地市場は農林水産大臣による設置認可に基づく中央卸売市場と各都道府県知事による設置認可に基づく地方卸売市場から構成される。これらの卸売市場は国内を流通する水産物の75%を扱い, この効率化は水産物SCの効率化に及ぼす影響は大きい。

中央卸売市場への輸送は専用の大型トラックにより行われ, 一定の鮮度管理や輸送する商品に適した輸送形態が選択できるのに対し, 中央卸売市場から市内の小売店への配送は個別配送の形態となる。また, 小売店への配送は主に仲卸業者による顧客サービスの一環として行われているのが現状であり, 配送業務の一部では, 地域の配送業者に業務委託を行うなど, 商品の特徴である鮮度管理の一貫性が保たれていない事例も散見される。

生鮮品の流通においては, 鮮度管理と小売店等の顧客への要望に応えるといったサービスの両立が求められる。これには, 短時間での意思決定とそれを支える情報システムの活用が不可欠となっている。本稿では, 水産物を扱う中央卸売市場における物流機能の効率化に着目し, 配送計画立案支援システムの開発に伴う調査と実験について報告する。

2. 仲卸共同配送システム

S市にある中央卸売市場は2社の卸売業者, 23社

の仲卸売業者から構成され, 地方中核都市であるS市の水産物流通を担っている。また農林水産省事業により, 他市場に先駆け卸・仲卸間のEDIシステムが部分的に導入され, 市場内流通の効率化に関しては一定の成果が得られている。また, 一部の仲卸売業者によって共同配送システムが運用されている。共同配送システムでは, 各社の販売データから配送先をまとめ, 市内の約10のコースに分類し, 地元の配送業者に共同で発注し, 各社の商品を混載して配送を行っている。一方で, このシステムは, 混載による低コスト化を目指したものであり, 配送経路等による配送計画の効率化や配達時間等の顧客サービスはあまり考慮されていない。

共同配送システムでは, 毎日約100軒程度の小売店(小規模スーパー, 鮮魚店, レストラン等;以降,顧客と呼ぶ)に約10台のトラックを用いて配送を行っている。顧客は, 需要変動や季節による魚種の変化により日々異なっており, これらに対する配送計画は毎日作成する必要がある。また, 各社からの配送データが得られてからトラックが実際に出発するまでの時間は1時間程度である。配送対象区域は東西に約23km,

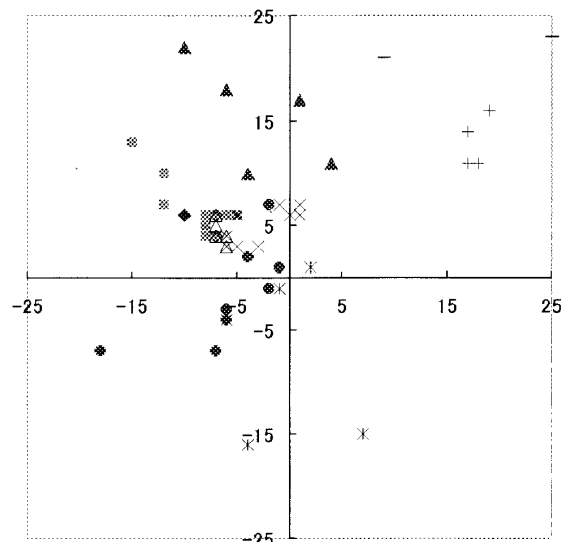


図1 顧客の分布 (単位はkm)

たけの たけお, すがわら みつまさ
岩手県立大学 ソフトウェア情報学部
〒020-0193 岩手郡滝沢村滝沢字菓子 152-52

南北に 18 km の範囲である。図 1 に、ある 1 日の配送先の分布を示す。配送拠点（卸売市場）を原点に取り、図中の各点は配送先を示す。配送コースごとに各点の記号を分けている。

3. 配送計画問題

一つの拠点から複数の配送先へ個別配送を行う配送計画の立案問題は、VRP (Vehicle Routing Problem) と呼ばれる[1]。この問題はトラックと貨物の組合せを決定する割当て問題とトラックの巡回路を決定する経路探索問題の二つの NP-完全以上の組合せ最適化問題から構成されている。

本稿における配送システムモデルを以下のように定義する。配送システムは一つの配送拠点、複数の顧客、複数台のトラックから構成される。顧客は、平面上に配置するものとし、任意の顧客間の距離はその直線距離を用いるとする。配送は午前 9 時半から午後 2 時半までとする。トラックには最大積載量が存在し、それを超える配送は行わない。各顧客には配送希望時刻が設定されており、希望時刻に前後 30 分の幅を持たせこの時間内に配達を行うとする。このモデルにおけるトラック総走行距離の最小化を配送計画問題の目的とする。

4. 解法の適用

共同配送システムでは、出荷前に配送計画の作成を完了する必要があることから、短時間で満足解を得るヒューリスティック解法を適用した。竹野ら[2]は、進化計算法を用いて VRP を解くアルゴリズムを提案した。本研究ではこの解法を適用する。ここで、探索オペレータは COM 型、SA (Simulated Annealing) のパラメータは文献[2]と同様とした。

トラックの移動速度を 30 km/h とし、実際に共同配送された 3 日分 (A, B, C) のデータに対し本解法を適用した。本解法は各データに対し 10 回適用し、その平均値を用いて評価を行った。この結果を表 1 に示す。表中、各行は日別データを示し、各列は顧客数、解法によるトラック台数、総走行距離（各トラックの走行距離の和）、計算時間を示す。適用結果は、実際に用いられた配送スケジュールと比較して、トラック

表 1 解法の適用

	Nc	Nr	Ave (km)	Time (min)
A	118	33.9	920.0	19.5
B	145	40.5	1216.4	31.0
C	113	32.8	1049.3	17.7

台数で約 3 倍の値となっている。これは、従来は、配送希望時刻に対して 1 時間以上の違反が存在しているのに対し、適用した解ではそれを厳密に守っていること、トラック速度を郊外を含めて一定と設定したため冗長な計画が得られたことが理由であると考えられる。これらについては今後検討する必要がある。

5. おわりに

本稿では水産物 SC の効率化の一環として、中央卸売市場における仲卸業者の配送システムの効率化に関する調査および配送計画の作成における進化計算法の適用を行った。実際の配送データに対して配送時刻に制限を設け、総走行距離の最小化を目的とした数値実験を行った。その結果、VRP モデルの適用可能性を確認した。一方では、計画法の改良が必要であることが明らかになった。

水産物を扱う配送システムでは、活魚のような鮮度の変化が商品価値に多大な影響を及ぼす商品と冷凍品のようなあまり鮮度変化が著しくない商品を同列に扱うことはできない。よって、従来の VRP に見受けられる距離・コストの最小化といった目的関数の他に、本実験をさらに発展させ、鮮度維持もしくは商品価値の保全を図る目的関数を設定する必要がある。そのためには、鮮度と配送時の商品積み替え回数や室温管理との関連性を分析し、性質の異なる目的関数を持つ多目的最適化 VRP のモデル化が今後の課題である。

参考文献

- [1] Golden B. L. and Assad A. A.: "Vehicle Routing: Methods and Studies", North-Holland, (1988).
- [2] 竹野健夫, 辻村泰寛, 山崎源治: "時間的余裕を考慮したローカルエリア配送システム自動配車計画法", 日本経営工学会論文誌, 52, 2, pp. 92-100 (2001).