

流通過程の合理化に関する一考察

京都大学工学部 正員 工博 米谷 栄二
京都大学大学院 学生員 〃 宮下 武

1. まえがき

近代における経済社会の発展が輸送と不可分の関係にあることは産業革命以来歴史にあきらかである。わが国においても経済の成長に伴ない、社会資本の不足が指摘され、道路・港湾等の整備が進められてきているが今後予想される産業・経済の発展にはより一層の輸送施設の拡大整備が必要とされる。かような輸送サービスに要求される特性としては迅速性、経済性、大量性などがあげられるがこれらとともに無視しえないものに輸送サービス供給の安定性がある。大量生産と大量販売・大量消費とを媒介する流通機構の整備が「流通革命」の名の下に進捗しつつあるとき商品流通の過程に占める輸送施設の役割は増大するものと考えられる。特に生活物資供給の安定性は消費生活の維持・保護の見地からして輸送サービスに課せられた重大なテーマである。本論文では、安定性を重視し、迂回輸送の可能な輸送網の構成をまず考える。これは「連結された網の1つの枝を除いても任意の点の対を結ぶ路が存在する網」として中村義作氏により提唱されたものである¹⁾。この保証網を容量を考慮しつつ構成することを考えることとしさらにこのような保証網である輸送網について流通業務用地の位置の決定に関する一提言をなしたい。

2. 保証網

輸送網などの流れ網(Flow Network)では任意の2点間を結ぶ路(Path)が少なくとも1つ存在する、すなわち網が連結網である、ことが必要であるが、網の1つの枝(Edge)に障害が発生しその枝を経由した流れが不可能になると、この網が連結であるという条件が満たされなくなる場合もありうる。輸送網は方向性のない連結網(以下、網と略)と考えることができるがこのような網において、どの1つの枝を除いてもたがいを結ぶ路の存在している点の対を保証した点の対といい、すべての点の対が保証した網を保証網という。

与えられた網が保証網であるかどうかは、

- I) 網が少なくとも1つのループを含みすべての枝がいずれかのループに属する、
 - II) 網のどの2点に対する最小カットの枝の数も2またはそれより多い、
- という2つの同値な条件で判定することができるがこれを実行するのは非効率なのでループの退化により判定することとする。この判定法はそのまま保証網を構成する手法に役立つ。

ループの退化とは網 $[N, E]$ に含まれるループ L_i に属する点(Node)の集合 N_i およびそれらを結ぶ枝の集合 E_i とからなる部分網 $[N_i, E_i]$ を1点 n_i でおきかえることである。カット $[N - N_i, N_i]$ は $N - N_i$ と n_i とを結ぶ枝として退化した網に保存される。もとの網が保証網であることと退化後の網が保証網であることとの同値性は証明されている。ループ退化の手順をループの存在する限り繰り返して最後に1点に帰着すればもとの網は保証網である。

1点に帰着しなければ木 $[N_T, E_T]$ になり。このときにはもとの網に枝の集合 B を加えて保証網を構成することが必要となる。これは木 $[N_T, E_T]$ に枝の集合 B_T を加えて保証網を構成することと一意に対応することも証明されている。ただし、 B_T と B の間には次の対応関係がある。

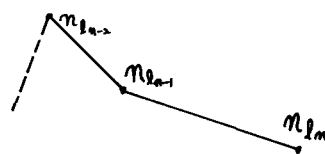
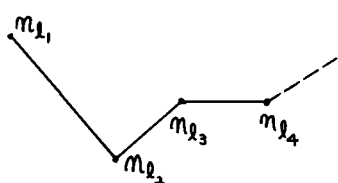
$(m_{l_i}, m_{l_j}) \in B_T \iff (m_i, m_j) \in B, m_i \in N_{l_i}, m_j \in N_{l_j}$ ((m_i, m_j) は点 m_i と点 m_j を結ぶ枝を表す)
 (m_i, m_j) を追加するのに要する費用を C_{ij} で表わせば、 B の追加に要する費用 $C(B)$ は、

$$C(B) = \sum_{(m_i, m_j) \in B} C_{ij} \quad (C_{ij} > 0)$$

で表わされ、 $C(B)$ を最小にするような B を求めることを最適保証網を構成することと定義する。いま、

$$C_{l_i l_j} = \min_{m_i \in N_{l_i}, m_j \in N_{l_j}} C_{ij}$$

とすると、木 $[N_T, E_T]$ に対しても最適保証網構成の問題が与えられ、その最適解が $[N, E]$ に関する最適解にそのまま対応する。 $[N, E]$ よりは木 $[N_T, E_T]$ の方が簡単なので木 $[N_T, E_T]$ について最適解を求めることが望ましい。ここでは最も簡単で基本的な2端点の木に関する最適保証網構成の手順を略記する。いま下図のような2端点 m_{l_1}, m_{l_m} をもつ木 $[N_T, E_T]$ について考える。 $C_{l_i l_j}$ はすべて与えられているものとする。 $C_{l_i l_j}$ を弧 (m_{l_i}, m_{l_j}) (弧の方向



は木 $[N_T, E_T]$ において端点 m_{l_1} に近い方の点 m_{l_i} から遠い方の点 m_{l_j} に向くものとする)に対応させて記入しこれを弧の長さと考え、 m_{l_1} から m_{l_m} に至る最短経路を求める。この経路を構成する弧に対応する枝をもとの木に加えれば最適保証網が構成されたことになる。これは2端点の木に対し同じ2端点を有する木を重ねあわせて最適保証網を構成することとなる。以上の詳略及び3端点以上の木については参考文献1を参照されたい。

3. 保証網の流通過程への応用

最適保証網構成の際与えらるべき C_{ij} の値は現実の輸送網においては輸送量に応じて変化する。この研究では、保証されている点の対に関する最小カット(1つの枝からなる)を構成する枝を流れるのと同じ流れを流しうる施設を追加するのに要する費用とすることにした。

上のかたちでの保証網が与えられたとき、各点での発生・吸収輸送量を与え、各枝の単位輸送費用をも与件として与えて、最小費用の輸送計画を求める。[ただし網の点とは、地域に対応し、枝は輸送路(鉄道、道路など)に対応する。] このとき、ロード=アーク・フローで表わした流れが大きくなる点に流通業務用地を配置すればよいと考えられる。詳細は当日の発表に譲る。

参考文献

1. 中村義作、信頼性を考慮した流れ網の構成法, 経営の科学第9巻第1号