

IV-243

土地利用活動の立地配分問題における多重カット条件の作成

苫小牧工業高等専門学校 正員 ○ 榎谷有三
室蘭工業大学 正員 齊藤和夫

1. まえがき

OD交通のような多品種フロー問題を扱う場合には次のような2つの問題がある。ひとつは、与えられたネットワークにおいて各品種の要求フローをどの程度まで流し得るかという最大フロー問題であり、他のひとつは各品種の要求フローが与えられたとき、これらが対象とするネットワークにおいて処理可能であるかという実現可能問題である。道路網においてこれらの問題を考えると、前者はいわゆる道路網容量問題であり、後者は土地利用活動の立地配分問題となる。前者については著者等も既にLP問題を通して考察を行ってきた。本研究においては後者の立地配分問題、すなわち住宅団地開発、工業団地開発あるいは都市活動施設など各種の新規土地利用活動の適切な規模と配置を道路網容量の面から考察しようとするものである。実現可能問題においては、基本となる多重カット条件という有限個の不等式を満たすことが多種フロー存在のための必要十分条件であることが知られている。そこで、本研究においてはODカット行列を基に算定された各ゾーンの立地可能量の上限値を用いて、道路網の感度分析で探索された多くのカットの中から多重カット条件に含まれるべきカットを求める手法をLP問題を基礎に考察した。

2. 多重カット条件の作成手法

要求フローとしての各種の新規土地利用活動の立地が実現可能であるためには、必要十分条件としての多重カット条件を満足することである。従って、道路網の感度分析で探索されたすべてのカットを対象に作成される式(1)のカット条件式を満足するような各ゾーンの立地量であれば実現可能、すなわち立地可能となる。しかしながら、立地対象とするゾーンによっては式(1)に示されるカット条件式の中に実現可能領域を何んら切り取らないカット、あるいはLP問題における余分制約となっているカットなどがある。また、実際の立地配分を考える際には実現可能領域だけを深く切り取る数少ないカットだ

けからなる多重カット条件を作成できればより有用なものとなってくる。そこで、ここでは道路網の感度分析で探索された多くのカットの中から、各ゾーンの立地配分量が実現可能であるための必要十分条件としての多重カット条件に含まれるべきカットを求める手法について考察する。いま、道路網の感度分析で探索されたW本のカットの集合をC、立地対象とするゾーンの数をmとする。多重カット条件の作成手順は次の通りである。

(1)各ゾーンの立地可能量の上限値 F_i をODカット行列を基に算定する。このとき、上限値を規定するカットも合せて求め、これらのカットの集合を C_0 とする。

(2)W本のカットそれぞれを対象に、式(1)で示すカット条件式を作成する。ここで、 R_{wi} はiゾーンを発生・集中するOD交通のうちw番目のカットを通過するOD交通の相対比であり、 X_i はゾーンiの立地可能量である。

$$\sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot X_i \leq V_w \quad (w=1, 2, \dots, W) \quad (1)$$

(3)式(1)の左辺の変数 X_i に立地対象とするゾーンの立地可能量の上限値 F_i を代入して式(2)の RV_w を求める。

$$RV_w = \sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot F_i \quad (2)$$

(4)式(2)で求められた RV_w と式(1)の右辺の各カットの残余容量 V_w を比較する。そして、式(3)の(i)に該当するカットの集合を C_1 、(ii)に該当するカットの集合を C_1^c (C_1 の補集合で、 $C = C_1 \cup C_1^c$)とする。

$$\left. \begin{array}{l} \text{(i)} \quad RV_w < V_w \\ \text{(ii)} \quad RV_w \geq V_w \end{array} \right\} \quad (3)$$

(5)手順(4)の式(3)において(ii)に該当するカットだけを対象に式(4)に示すカット条件式を作成する。そして、これら式(4)、(5)を制約条件として式(6)を目的関数とするLP問題をシンプレックス法を用いて解く。

$$\sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot X_i \leq V_w \quad (w \in C_1) \quad (4)$$

$$X_i \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m X_i : \text{最大化} \quad (6)$$

(6)手順(5)で定式化されたLP問題の制約条件において余分制約となっているカット条件があるかどうかを検討するため、シンプレックス法における各反復過程のシンプレックス・タブローを調べる。そして、余分制約となっているカット条件があれば、それらのカットの集合を C_2 とする。

(7)手順(5)のLP問題の最適解を求めたとき、制約となっているカット条件式(制約条件に対応する双対変数が正値を取るカット)を求める。そして、これら制約となっているカットの集合を C_0 とする。

(8)手順(1)及び(7)で求められたカットは、必要十分条件としての多重カット条件となることから、これら多重カット条件となるカットの集合を式(7)の C_c とする。

$$C_c = C_0 \cup C_2 \quad (7)$$

(9)さらに、多重カット条件として組み込めるべきカットが存在するかどうかを検討するため、式(8)で示すカットの集合 C_z を求める。

$$C_z = C - C_c \cup (C_1 \cup C_2) \quad (8)$$

(10)式(8)の集合 C_z に含まれているカットのうちあるひとつのカットを対象に式(9)に示すカット条件式を作成する。そして、式(9)及び(10)、(5)を制約条件として、式(6)を目的関数とするLP問題を解く。

$$\sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot X_i = V_w \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot X_i \leq V_w \quad (w \in C_c) \quad (10)$$

(11)手順(10)を集合 C_z に含まれているすべてのカットを対象に行う。そして、このとき最適解を得たカットがあれば、それらのカット条件式は手順(5)のLP問題において非有効制約となっていることから、それらのカットの集合を C_{zc} とする。

(12)そうすると、多重カット条件を構成するカットの集合は $C_c \cup C_{zc}$ として求められるから、多重カット条件は次式で示されるカット条件式からなる。

$$\sum_{i=1}^m R_{wi} \cdot X_i \leq V_w \quad (w \in C_c \cup C_{zc}) \quad (11)$$

このような手順を通して立地配分問題に適用可能

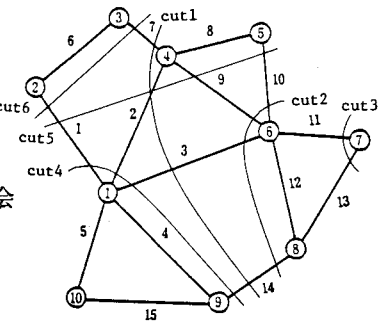
な多重カット条件を作成することができる。そして、式(10)を通して立地配分に関する各種の問題を考えることができる。すなわち、要求フローとしての各ゾーンの立地量が計画されているとき、それらの立地が実現可能であるかどうかは、式(10)の変数 X_i に各ゾーンの立地量を代入することによって検討することができる。また、道路網容量の面からはいずれのゾーンに立地せよばい、さらにはその立地はどの程度の規模まで可能であるかなどのいわゆる実現可能な立地配分パターンは、式(10)で作成される連立不等式を通して考えることができる

3. 計算例

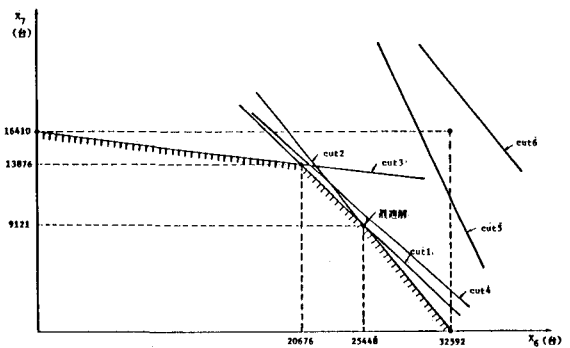
図一に示すゾーン6、7を対象に多重カット条件の作成を試みた。ここでは、道路網の感度分析で探索された22本のカットを対象に計算を行ったところ、手順(4)までの過程で図二のカット1を始とする12本のカットが除去された。また、カット4、5は余分制約となっているカットである。そして、この例では図二に示すカット1、2、3が多重カット条件を構成するカットとして求められた。

〈参考文献〉

樹谷・斉藤：
道路網容量から見た土地利用活動について、土木学会北海道支部論文、第43号、1987



図一 対象道路網とカット



図二 ゾーン6、7を立地対象としたときの多重カット条件