

II-432 「ごみ収集・輸送システムの基礎的研究」

関東学院大学 学生員 ○ 正木文治
同 正員 内藤幸徳

1. はじめに

開発途上国においては収集・運搬システムが、ごみ処理事業の主な業務となる場合が多いが、我国のような先進国においては、ごみ処理事業といえは収集・運搬システムよりも、むしろ中間処理システムあるいは最終処分システムにかかる比重が大であるように思われる。これらのことは、ごみ処理基本計画等の策定においても、収集・運搬システムが中間処理システムや最終処分システムよりも内容が比較的手薄で、抽象的な表現が多くなっているところからも解る。これは、ごみ処理事業計画の全体的なバランスよりみると必ずしも望ましい状態とはいえない。事実、ごみ処理事業全体に対して収集・運搬システムにかかる費用は、6割から8割といわれることを考えても、現在の収集・運搬システムを一層合理化、効率化する必要があるように思われる。本研究では収集・運搬システムの合理化・効率化を図るべく実在するS町をとりあげルーティングについて研究を行った。以下その結果について報告する。

2. ルーティング解析方法

ごみ収集車の巡回経路を決定するための路線計画は、これまで多くの場合、人間の勘と経験によってかなりの成果を挙げってきた。しかし現在のごみ収集・運搬システムは非常に複雑なものとなってきており、これまでとおりの人間の勘と経験だけによる路線計画の策定方法では、現場から得られた多くの情報やデータ等による計画の適切変更等に迅速に対応することは困難なものとなり、ごみ収集・輸送システム全体を肥大なもの、あるいは不経済なものにしてしまう。今日のコンピュータの急速な発達に伴い、従来困難とされていた解析や数多くのデータの蓄積は比較的容易になった。このルーティング解析には多くの手法があるが、その基本となるのは最適化の問題であり、ごみ収集・輸送システムの場合何に重点を置きどのカテゴリーにおいて最適を求めるのかを予め明確にしておかなければならず、段階的に最適化を進めることが必要である。ここでは、不確定なカテゴリーによるデータをさけ、確定的なカテゴリーであるステーション相互間の距離、ステーションと中継基地・処理場間の距離等のデータを中心に収集車の走行距離の適正化を図った。ルーティング解析方法の基本アルゴリズムは、単純に最短経路を求めるもので、流れはおおよそ次の4項目に示すことができる。

- ① 始点となるステーションから一番近いステーションを探して、それを仮始点とする。
- ② この仮始点を順次一番近い距離にあるステーションに移して行く。
- ③ 始点から終点までのとりあえずの最短経路を求め、これを一次ルートとする。
- ④ 一次ルートに組込めないステーションを一次ルートのどの区間に組込んだらよいかを検討する。

このときの④の、一次ルートへのステーションの組込みの検討は、一次ルートに組込もうとしているステーションを一次ルートの各区間にそれぞれ組込み、距離の増加分を求める。ついで、この距離の増加が最小値となった区間にステーションを組込む。距離の増加分をSとすると、始点から組込みたいステーションまでの距離をA1、組込みたいステーションから仮始点の距離をA2、始点から仮始点までの距離をBとするならば、距離の増加分は $S = A1 + A2 - B$ で求められる。この計算式で一次ルートの全ての区間についてSを求め、最小となった区間に目的とするステーションを組込む。全てのステーションを一次ルートに組み終わったときのルートを最終ルートとして決定する。

しかしながら、実際にこのルーティング解析方法を、そのままある自治体に当てはめようとするれば、ステーション数が多い等といったことから、データ入力の時時点で不都合が生じることとなり、このため収集区域をいくつかのブロックに分割し、まず、マクロ・ルーティングとしてブロック間同士のルーティングの検索を行う。次に、そのマクロ・ルーティングに基づいてマイクロ・ブロック内でのルーティングを、①～④までのルーティング解析アルゴリズムに従って求める。従って、最終的なルーティングは、マクロ・ルーティングとマイクロ・ルーティングを合わせたものとなる。今回のケース・スタディでは、収集区域内のステーションのルーティングを求めるだけでなく、収集車のトリップ数について解析を行った。このため新たなデータとしてステーション当たりのごみ排出量が必要となった。しかし、実際に収集区域内のすべてのステーションについて、ステーション当たりのごみ排出量を調査して求めることは非常に困難なことから、ごみ排出量を人口密度に関連させて下記に示す計算式によって求めた。

$$V_s = (V \times S \times D) \div N \div 1,000 \dots (1)$$

V_s : ステーションごみ排出量 (kg/日)
 V : 1人1日ごみ排出量 (g/人・日)
 S : 区域内人口 (人)
 D : 収集日間隔 (日)
 N : 区域内ステーション数 (-)

以上のルーティング解析システムをもってケース・スタディを行った結果について下記に示す。

3. ケース・スタディ

ケース・スタディを行ったS町の面積は95.1(km²)、人口は約4万5千人、人口密度は約470(人/km²)で、全国的に見れば町政をとる町としてはかなり大型の町である。ごみ収集業務は、委託業者3社に全面委託して、約700ヶ所のステーションを分別収集により収集している。分別の内容は、可燃ごみ、不燃ごみ、資源ごみ、粗大ごみの4分別である。今回のケース・スタディは、可燃ごみを対象に3社の委託業者のうち、K企業収集分担区域についてルーティング解析システムを行なった。S町の収集分担区域を図-1に示す。ルーティング解析システムによる結果は表-1の如くなった。この結果のCASE1は現行の曜日別収集区域をそのまま解析したもので、CASE2はCASE1の解析結果から一部収集区域の分割変更を行った上での解析結果である。変更前の解析結果に比べ、走行総距離に差が出たが、トリップ数、ごみ収集量などは、均等化することが可能となった。このような解析を行うことによってごみ収集システムの合理化、作業の均等化が図れると思われる。詳細は、発表時に譲る。

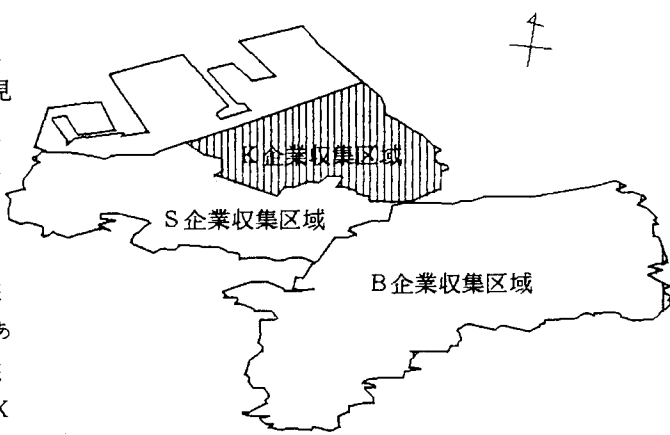


図-1: 収集区域分担図

表-1: ルーティング解析結果

		月・水・金曜日域		火・木・土曜日域		合計
		月・水・金曜日域	火・木・土曜日域	月・水・金曜日域	火・木・土曜日域	
CASE 1	ステーション数	64		53		117
	トリップ数(回)	6		4		10
	走行総距離(km)	40, 225		40, 380		80,605
	収集総ごみ量(kg)	11, 518		7, 183		18,701
CASE 2	ステーション数	52		65		117
	トリップ数(回)	5		5		10
	走行総距離(km)	28, 670		47, 299		75,969
	収集総ごみ量(kg)	9, 322		9, 379		18,701

ることが可能となった。このような解析を行うことによってごみ収集システムの合理化、作業の均等化が図れると思われる。詳細は、発表時に譲る。