列車を構成する各単位車両の分散 および混合現象についての考察*

—羽幌炭鉱築別砒における調査資料による—

正 会 員 磯 部 俊 郎**

Investigation about Disjunction and Mingling of Waggon-bands which are Separated from Trains

Toshiro ISOBE

Train system is usually used in the transport by waggons. But each member of a train does not always be fixed, waggons are transferred from one train to another either in groupe or in solitude.

In this research, it is seeked that the several fundamental laws which govern the disjunction or mingling waggons-bands separated from trains. The conclusions are following :—

$$1. \frac{100}{x} = at + b \quad 2. \sqrt{x} R_1 = 100\sqrt{2}, R_i = R_1 x^{i-1}, \frac{1-r^{x-1}}{1-r} = \sqrt{\frac{x}{2}}$$

$$3. \frac{\sum_{\alpha=1}^{2p} N_{p-\alpha, p}}{N_{p, p}} = \frac{\sum_{\alpha=1}^{2p} N_{-p, -(p-\alpha)}}{N_{-p, -p}} = K_p + A$$

Here,

x = number of waggons in a same band,

t = time that elapsed during the transportation cycles,

R_i = possibility in percentage that is calculated when i -linked waggons are derived from a waggons-band,

r = common ratio of R_i/R_{i-1} , ($i=1, 2, \dots, x-1$)

$N_{n, n}$ = number of waggons in the n -th train,

$N_{n, m}$ = number of waggons in a waggons-band which separated from n -th or m -th train and mixed into m -th or n -th train,

' a ', ' b ', ' K ' and ' A ' are the constants.

1. 緒 言

炭鉱、鉱山を問わず一般に運搬系統は、主要幹線路を脊椎として、それに付随する支線がちょうど毛細管状に枝分れして坑内各部に行きわたっている。車両を主体とする運搬路では、必要な所に必要な数だけの車両がよどみなく回転して行くということが運用の最大主眼点である。そのためには、坑内外を結んでいる運搬系統内の車両の行動について十分正確な知識を得ておく必要がある。本研究も、その目的のための一部を占めるものであつて、過去2回にわたつて発表した研究と一連のつながりを有するものである。今回は表題に示したように次の事柄を究明することによつて、車両の行方を追跡した。

すなわち、車両運搬の場合は、幹線路にあつてはもち

ろん、分枝経路の運搬であつても、一般に車両編成によつて操車が行われているのであつて、単車で行動するということは、手押し個所などの特殊な場合以外はほとんどないと云つてもよい。ただし、編成され、解体され、再び編成される過程を繰返している状況下にある各車両について見れば、同一車両群が一同となつて列車から列車に渡り歩くということではなく、常に変化きわまりない混合、分散が行われているのである。筆者は今回、混合および分散の2現象に着目して、統計的な取り扱い方法により考察を施して見たものである。

調査は、以前に調査した資料***に基いて、羽幌炭鉱築別砒の大立入と称せられている。長さ約2,500mの有線電車が運転されている主要運搬路の各列車について行つた。当時のこの通洞運搬の状況を簡単に述べれば次のようである。当該通洞は坑口より約900mの所に架空車交換の複線を有し、また1,600mの所に分岐坑道を持つ

* 昭和33年10月9日受理、昭和33年10月、日本鉱業会秋季北海道大会、および34年4月日本鉱業会春季学術講演会にて講演

** 工博 北海道大学教授 鉱山工学教室

*** 昭和31年3月6日より約1週間にわたつて、羽幌炭鉱築別砒で調査して約300列車のうち約150列車について検討を加えた。

単線運搬路である。索引機開車重量は 8t であるが、当時用いられていた車両は、容積 1.3m³ の木車で、1 列車編成車数は平均 30~40 両で、1 日片道平均 50 列車が通過していた。

2. 研究の目的および方法

本研究の最終的な目的は、運搬系統と車両群とのもつとも合理的な組合せを求めることになる。したがってある列車がきわめて速やかに分解してしまうということは、坑内各積込場が分散しているということになり、集約作業が行われていない一つの証拠となるであろう。ただ他坑の例がないために比較しての結果が出ないため、はなはだ論拠は弱いものとなるかも知れないが、以下順を追って述べるところによつて、ある種の規則性が見出され、それにより今後他坑の例を考える上の一助となるものと考えている次第である。

さて検討の要点は次の 3 点を主とした。

(イ) 列車から列車へ移動する車両集団の車数とその寿命。

(ロ) 3 両以上の車両集団の分裂に関する確率論的な観察。

(ハ) 列車の分裂集団が、新列車の編成に対しての混合の状況。

(イ),(ロ)の事柄を調査するために、調査の結果に基づいて、第 1 表を作成した。第 1 表の記注方法は、各列車ごとに、それを構成していた各車両について、その行方を時間的に追求して、行動を共にする車両を番号または○を用いて表示することにしたものである。表に出ている各数字を具体的に説明すれば次のようである。時刻と書いてある欄の 18/13 というのは 13 時 18 分を示し、列車が実車ならば到着時刻、空車ならば発車時刻である。列車車両名の項には構成要素である各車両の個有番号を書いてある。次に代表車とあるのは、構成要素車両を 1 つずつ抜き出したもので、その行動時刻(到着時刻または発車時刻)を示したものが時刻の欄である。代表車と行

動を共にする車両名を次の欄の該当時刻の下に番号または○を用いて示してある。時刻はすべて 24 時間制で上段は min, 下段には hr を表わす数字が記してある。

さて第 1 表から次のような方法で前記の 2 つの事項を抽出した。すなわち(イ)の問題に対しては、経過時間を横軸にとり、行動を共にする車両数の逆数を縦軸にとるグラフを用いて検討した他、その寿命の点については、集団で行動する車両数が 2 車、3 車、4 車、…等に応じてそれぞれが運搬系統を何回転後に分裂するかという事について、統計的平均値によつて判断の基準とし、(ロ)の事項については、次のような取り扱いをした。つまり、列車の分裂集団が 3 両以上の場合は、分裂の方法が 2 種類以上になるのであつて、例えば 3 両の時は、

$$3 \begin{matrix} \swarrow 2 \\ \searrow 1 \end{matrix} \quad \text{または} \quad 3 \begin{matrix} \swarrow 1 \\ \searrow 1 \\ \searrow 1 \end{matrix}$$

となるし、4 両ならば

$$4 \begin{matrix} \swarrow 3 \\ \searrow 1 \end{matrix}, \quad 4 \begin{matrix} \swarrow 2 \\ \searrow 2 \end{matrix}, \quad 4 \begin{matrix} \swarrow 2 \\ \searrow 1 \\ \searrow 1 \end{matrix}, \quad 4 \begin{matrix} \swarrow 1 \\ \searrow 1 \\ \searrow 1 \\ \searrow 1 \end{matrix}$$

のように分裂する。それ故、最初の基本車数によつて分裂方式の数に変化することになり、基本台数が N 車であるとすれば、その N 車から N-1, N-2, …, 2, 1 車なる (N-1) 種の集団車両が分裂の確率を持つ事になる。したがって、(N-1) 種の分離集団の生成確率について観察を進めて見た。(ハ)の問題については列車の分割混合表を作成して判断の資料としたもので取り扱い方法は統計的な方式である。

3. 調査結果

3.1 同一集団として行動する車両群の分裂までの経過時間

前に述べたところによつて、経過時間を横軸にとり、同一行動をする車両数の逆数を縦軸にとつてグラフを書いて見たところによれば、70~80 列車の結果について、80%以上の適合度で直線をなすことが認められた。第 1

第 1 表 列車分解状況調査表

時刻		18/13	列車々両名										5, 15, 24, 44, 64, 92, 103, 168, 194, 198, 219, 230, 285, 321, 326, 340, 353, 354, 356, 359, 378, 394, 407, 446									
代表車	5	15										24					64					
時 刻	16/0	22/18	29/19	26/21	36/23	25/6	50/7	38/23	39/1	5/4	45/14	35/15	32/6	10/8	15/10	50/1	52/2	24/8	10/10	55/18		
代一 表車 行動 および それと 同接車 名	5	15	○	○	○	○	○	○	○	○	24	○	○	○	○	64	○	○	○	○		
	168	359	○	○	○	○	○	○	○	○	194	-	-	-	-	92	○	○	○	-		
	235										198	○	○	○	-	108	-	-	-	-		
	356										326	○	○	○	-	321	○	○	○	○		
	446										340	-	-	-	-	354	○	○	○	-		
																394	○	○	○	○		

図は、その中の 5 個ばかりを代表として表わしたものである（図中車両数の逆数は 100 倍して示してある）。すでに前回にも述べたように、当時の同社の車両には 20~30 両位の重複番号車、はなはだしきは 3 重複番号車があったため、そのための誤差も混入していると考えられるから、実際の適合度はこれ以上であると思われる。

さてこうして求められた多くの直線について論ずるには次の方程式を用いた方が都合がよい。

$$\frac{100}{x} = at + b \dots\dots\dots (1)$$

ただし x = 集団の車両数

t = 分裂までの経過時間 (min)

第 1 図 列車の分裂状況の数例

第 2 表 a および b の値

a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
0.041	3.20	0.039	5.50	0.029	5.60	0.038	2.80	0.019	2.93	0.026	11.00
0.030	13.50	0.027	2.20	0.039	4.10	0.019	2.51	0.022	3.50	0.031	9.00
0.020	3.50	0.008	7.30	0.008	8.65	0.041	4.81	0.012	6.10	0.028	14.00
0.029	6.50	0.047	1.19	0.031	2.06	0.030	3.83	0.017	4.60	0.050	2.95
0.034	2.11	0.036	3.40	0.018	4.90	0.019	3.90	0.025	1.44	0.026	4.30
0.047	4.50	0.019	9.20	0.025	1.15	0.015	3.64	0.026	1.80	0.035	2.50
0.032	5.80	0.028	4.00	0.032	1.32	0.012	5.87	0.017	6.05	0.032	1.60
0.039	3.00	0.013	10.80	0.032	2.14	0.032	0.26	0.028	0.13	0.032	0.88
0.039	7.60	0.021	3.17	0.031	0.43	0.020	2.22	0.017	21.70	-	-
0.057	19.90	0.034	5.00	0.034	3.62	0.013	4.70	0.051	5.21	-	-

a, b = ある常数で a のデメンションは min^{-1} 。

常数 a および b を観測結果より求めたものは第 2 表に示す。上表より a, b の値は比較的良好に揃っているという点から推論して*, (1) 式で示される直線は 1 種類であるということになり、この直線の傾斜および縦軸との交点が当築別駅の運搬状況に対する特性値を与えるものであつて他坑の運搬状況と比較する目安を与えるものと考えられる。また第 2 表より、 a および b の平均値を求めれば、 $a=0.029$, $b=6.30$ となる。

以上のことから、全体を通じての傾向を示したものが第 2 図であつて、図中に $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots$ 等の数字のあるのは車両群の車数の逆数を示した位置である。

さて第 2 図に基いてしばらく考察を進めて見る。この図において、 $\frac{1}{n}$ と $\frac{1}{n-1}$ の時間は、 n 車の集団が $(n-1)$ 車に分裂縮小するまでの時間を与えると考えてよい。故に今その間の時間を t_n で示せば、 $(n-1)$

* a に対する標準偏差は 0.011 で平均値の 37 程度、 b に対しては 4.3 倍で平均値の 67 程度のばらつきである。

第2図 車両団の寿命（縦軸括弧内の分母は車数）

車と $(n-2)$ 車の間の時間は t_{n-1} で表わし得るから、図より明らかに、

$$t_n : t_{n-1} = \left(\frac{1}{n-1} - \frac{1}{n} \right) : \left(\frac{1}{n-2} - \frac{1}{n-1} \right) \\ = \frac{1}{n(n-1)} : \frac{1}{(n-1)(n-2)}$$

となり一般に

$$t_n : t_{n-1} : t_{n-2} : \dots : t_3 : t_2 \\ = \frac{1}{n(n-1)} : \frac{1}{(n-1)(n-2)} : \dots : \frac{1}{3 \cdot 2} : \frac{1}{2 \cdot 1} \dots \dots \dots (2)$$

となることは明らかである。次にここで求めた関係を回転数の上から検討することにしよう。今ある特定のAおよびBの2車両が、坑内を C_{AB} 回転して初めて切断したとしよう。しかし、2台連結のまま回転する車両群は、特定のAおよびBに限らないのであるから、A、Bおよび C_{AB} に任意性を持たして、AとBの結合を(AB)と書き、多くの C_{AB} の平均値を $\overline{C_{AB}}$ で示すことにすれば、 $\overline{C_{AB}}$ は今問題にしている運搬系統において、(A B)の切れにくさ、言い換えれば寿命を示す要素となるものである。同様に(ABC)結合に対しての $\overline{C_{ABC}}$ は、3台結合の寿命を示す要素となり、以下同様である。こうした $\overline{C_{AB}}$ 、 $\overline{C_{ABC}}$ 等は、第1表を用いれば容易に決めることができるものである。つまり、例えば $\overline{C_{AB}}$ は各2台結合車の分裂迄の回転数を調べて平均値をとればよいのであり、以下同様にして求められる。簡単のため、 $\overline{C_{AB}} = \overline{C_2}$ 、 $\overline{C_{ABC}} = \overline{C_3}$ 、…等として、各 $\overline{C_i}$ の値を示したものが第3表である。一方(AB)、(ABC)、…等の平均回転時間も一様でなく、やはり第1表から調査した結果は次のとおりである。ただし、(AB)の平均回転時間を $\overline{T_2}$ 、(ABC)の平均回転時間は $\overline{T_3}$ 、…としてある(単位min)。

第3表 $\overline{C_i}$ の 値

結合台数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\overline{C_i}$	0.87	0.29	0.23	0.12	0.10	0	0.03	0	-	-	-	-	-

$$\overline{T_2}=250, \overline{T_3}=240, \overline{T_4}=215, \overline{T_5}=200, \overline{T_6}=150, \dots$$

以上のような決め方をすれば、(AB)、(ABC)、…等の寿命は $\overline{C_i} \overline{T_i}$ で表わすことができるということがわかるであろう。さて、(2)式より、

$$\overline{C_i} \overline{T_i} / \frac{1}{i(i-1)} = \text{const}$$

であるはずであるから、今 $i(i-1)\overline{C_i} \overline{T_i}$ を計算して見れば第4表で見るとおりであつて、この方向からも、(2)式が成立することが検証される。

第4表 $i(i-1)\overline{C_i} \overline{T_i}$ の値

i	2	3	4	5	6	7
$i(i-1)\overline{C_i} \overline{T_i}$	435	432	588	480	450	-

2・2 3両以上の車両集団の分裂に関する確率的な観察

第1表を用いれば、3両以上の車両集団の分裂過程を追跡することができる。その結果は第5表に示すとおりであつて、この表から次の事実が看取し得られる。

(イ) 調査の対象となつた当運搬系統では、集団車両群として行動し得るのは、せいぜい5車までであつて、それ以上は実際は存在しにくい。

(ロ) ある集団車から単独車が分離して来る確率については、この表から以下述べるような興味ある関係が認められる。つまり表に示されている百分率に集団車両群の車数の平方根を乗じて見れば、集団車両数が2, 3, 4, …の順に記して、それぞれ141, 123, 126, 132, 137, 130, 153, 153, 133, 153, 135, …等のきわめて揃つた数値が求められ、集団車両数の如何を問わず一定であると云えよう。

故に、単独車の分離して来る割合を R_1 、その母体となる車両集団の車数を x とすれば、

$$\sqrt{x} \cdot R_1 = \text{const.} * \dots \dots \dots (3)$$

が成立することになる。

次に、 x 車のメンバーを持つ母集団車両群から、2台結合で分離して来る場合の確率を R_2 、3台結合で分離して来る場合の確率を R_3 、…として、 $R_1, R_2, R_3, \dots$ がこの順に等比級数をなすと仮定して見よう。そうして公比 r を用いて

$$R_i = R_1 r^{i-1} \dots \dots \dots (4)$$

$$\sum_{i=1}^{x-1} R_i = 100 \dots \dots \dots (5)$$

が成立するから、

$$\sum_{i=1}^{x-1} R_i = R_1 \sum_{i=0}^{x-2} r^i = R_1 \frac{1-r^{x-1}}{1-r} = 100$$

となり(3)式を考慮して、

* (3) 式の const は次の式で求められる。すなわち $x=2$ の時 $R_1=100$ であるから $\text{const}=100/\sqrt{2} \approx 141.4$

第5表 3両以上の車両集団の分解状況

集 団 車 両 数	3		4			5				6				
分 解 種 別	3→1	3→2	4→1	4→2	4→3	5→1	5→2	5→3	5→4	6→1	6→2	6→3	6→4	6→5
%	71	29	63	23	14	59	14	10	17	56	27	8	6	3
集 団 車 両 数	7						8						9	
分 解 種 別	7→1	7→2	7→3	7→4	7→5	7→6	8→1	8→2	8→3	8→4	8→5	8→6	8→7	9→1
%	49	28	9	11	2	0	54	17	11	11	0	2	4	51
集 団 車 両 数	9							10						
分 解 種 別	9→2	9→3	9→4	9→5	9→6	9→7	9→8	10→1	10→2	10→3	10→4	10→5	10→6	10→7
%	23	11	11	2	2	0	0	42	29	21	4	0	0	0
集 団 車 両 数	10		11											12
分 解 種 別	10→8	10→9	11→1	11→2	11→3	11→4	11→5	11→6	11→7	11→8	11→9	11→10	12→1	12→2
%	4	0	46	27	13	4	0	2	2	2	2	2	39	50
集 団 車 両 数	12													
分 解 種 別	12→3	12→4	12→5	12→6	12→7	12→8	12→9	12→10	12→11					
%	9	9	0	3	0	9	0	0	0					

第6表 集団車群の分裂状況比較表

x	r	R ₁		R ₂		R ₃		R ₄		R ₅		R ₆		R ₇	
		計 算	実 測												
2	0	100.0	100.0												
3	0.225	81.7	71	18.4	29										
4	0.317	70.7	63	22.4	23	7.1	14								
5	0.381	63.2	58.6	24.1	14	9.2	10	3.5	17						
6	0.432	57.7	56.4	25.0	27	10.8	8	4.7	6	2.0	3				
7	0.473	53.4	49	25.2	28	11.9	9	5.6	11	2.7	2	1.3	0		
8	0.505	50.0	54.4	25.3	17	12.8	11	6.5	11	3.3	0	1.7	4	0.9	4
9	0.529	47.2	51.8	25.0	23	13.2	11	7.0	11	3.7	2	2.0	2	1.1	0
10	0.553	44.7	41.7	24.8	29	13.7	21	7.6	4	4.2	0	2.3	0	1.3	0
11	0.572	42.7	44.5	24.5	27	14.0	13	8.0	4	4.4	0	2.5	2	1.4	2
12	0.592	40.9	39.4	24.2	30	14.3	9	8.5	9	5.0	0	3.0	3	1.8	0

$$\frac{1-r^{x-1}}{1-r} = \sqrt{\frac{x}{2}} \dots\dots\dots (6)$$

より r を求めることができる。

(4) および (6) 式を用いて各 x に関しての r を定めて、 R_i を計算した結果と、第5表の実測値と比較したものが第6表であつて、近似的に両者が一致しているといふことができる。

2.3 列車の分裂集団の新列車編成に於ける混合の状況

問題を解決するために第7表をつくつて見た。同表の作成方法は、縦軸および横軸に列車番号をとり、両方の軸から同一番号となる座標位置に当該番号の列車の編成車両数を記入して、それより横軸の方向へ、その列車が分割されて、新列車に配分される車両数を列車番号ごとに記入したものである。こうしてでき上つた表に対して

さらに第8表のように、任意の一つの列車を0番として、それより以前の列車は負番号、それより以後の列車は正番号として、列車番号の書き替えを行い、それぞれの列車に分割配分される車両数の表示をこの表に準拠して行つた。

次に第8表から、 N_{00} を中心として、正の側に対しては縦軸方向に和をとり、負の側に対しては横軸方向の和を考えそれぞれ

$$\frac{\sum_{a=1}^{2p} N_{p-a,p}}{N_{p,p}} \quad \text{および} \quad \frac{\sum_{a=1}^{2p} N_{-p,-(p-a)}}{N_{-p,-p}}$$

を計算してそれ等と p の関係を表わしたのは第3図であつて、直線的関係にあることが認められる。ここで、上記の両式が、 $K_p + A$ という形になると仮定して、最小二乗法を用いて、 K および A の値を計算して見ると、第

第7表 列車の分裂混合の総括 (I)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	30	0	0	0	0	1	0	1	0	3	9	4	0	0	0	4	4	8	2	2	0	0	2	4	2	4	2	1
2		25	1	0	0	0	0	0	1	17	0	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	12	1	0	3	0	1
3			25	0	0	0	1	0	0	0	5	8	3	1	3	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	4	2	6
4				23	0	0	0	0	0	0	1	9	3	3	3	0	0	0	2	1	0	7	1	0	0	4	1	3
5					9	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	1	0	1
6						18	0	0	0	0	1	1	7	1	5	0	0	0	1	3	0	2	0	0	0	3	0	1
7							21	0	1	0	0	0	2	10	0	0	2	0	0	1	0	0	0	2	3	2	0	0
8								29	0	0	0	1	0	8	0	14	0	0	0	0	1	2	5	1	2	2	6	2
9									33	1	0	0	0	0	0	13	4	0	4	0	0	0	8	2	1	2	3	1
10										35	0	1	0	0	0	7	5	0	1	0	0	0	20	6	0	3	2	0
11											41	0	0	0	0	6	8	10	3	0	0	0	3	3	1	9	3	
12												34	0	0	0	1	0	0	7	10	0	6	3	0	0	3	1	11
13													35	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	2	13	0	0
14														40	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	14	0	4	0
15															29	0	0	0	1	0	0	14	0	0	2	0	3	1
16																40	0	0	0	0	2	2	14	8	1	0	6	3
17																	35	0	0	0	0	0	1	1	3	5	10	1
18																		34	0	1	0	0	0	0	4	3	3	1
19																			33	0	0	0	0	0	1	0	6	10
20																				29	0	0	0	0	0	0	0	6
21																					15	0	0	0	0	0	0	0
22																						26	0	0	0	0	0	1
23																							34	0	0	0	1	0
24																								13	0	0	0	1
25																									26	0	0	1
26																										36		
27																												
28																												

1式の方では $K=0.16$, $A=-0.35$ が得られ、第2式では、 $K=0.14$, $A=-0.31$ となつて、両者にほとんど差異のないことが確かめられた。直線としての相関係数もそれぞれ 0.92 および 0.97 であつて、仮定の正しいことも

立証されたのである。故に

$$\frac{\sum_{\alpha=1}^{2p} N_{p-\alpha, p}}{N_{p, p}} = \frac{\sum_{\alpha=1}^{2p} N_{p, -(p-\alpha)}}{N_{p, -p}} = K_p + A \quad \cdots (7)$$

が成立することになる。

以上の事実から次の3つの事柄が了解されるのである。

(イ) 大局的に見れば、多少の凸凹はあるが、列車の構成要素の車両群は等しい数の車両集団に分割される。

(ロ) 列車の分割数は、この場合は6~7であるが、これは恐らく常に一定ではなく、それぞれの運搬系統に特有なものと考えられ、その値が大きければ、運搬系統が長大かつ複雑であると云える。

(ハ) この資料の場合は、1列車の構成数が30~40であつたから、7分割として5両以上の車両集団のできにくかつたことがこの点からも説明することができる。

第3図 比例関係

第8表 列車の分裂混合の総括(Ⅱ)

		列 車 番 号										
		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
列 車 番 号	-5	N-5-5										
	-4		N-4-4									
	-3			N-3-3	N-3-2	N-3-1	N-30	N-31	N-32	N-33		
	-2				N-2-2	N-2-1	N-20	N-21	N-22	N-23		
	-1					N-1-1	N-10	N-11	N-12	N-13		
	0						N00	N01	N02	N03		
	1							N11	N12	N13		
	2								N22	N23		
	3									N33		
	4										N44	
	5											N55

3. 結 語

今回も、羽幌炭鉱築別鉱で採取した資料について種々検討を加えて来た。それ故ここに提出したいいくつかの結論も、あるいは他の坑の運搬系統には適用できないものもあるかも知れない。また結果を数式化するために、いくつかの仮定も置いた。そして、求められた数式も近似的な適用性のあるものばかりである。したがって、これ等の数式は理論的に正しいかどうかという点も疑わし

い。しかし、こうした結論を導びくのに用いた方法については、他の坑の車両運搬を解明する道具になるものと考えている。さらに冒頭において、合理的な運搬方法を見出すための研究と、その目的を大上段にふりかぶっているが、見出された結果は、それ等に程遠い。したがって、実用性がないという事については承知の上で、今後これ等のことが基本となつて、いくつかの運搬系統が検討され、やがては目的に沿う方法が見出されるべき一過程としての研究と考え敢えて発表した次第である。先輩および同好の諸氏の御叱正を期待

して止まない。最後に本研究の計算に特に力を尽してくれた、北大鉱山科教室の小林、上村両君に謝意を表すと共に資料提供に全幅の努力をして下さった、築別鉱の方々に誌上より厚く御礼を申し上げる。

文 献

- 1) 筆者：羽幌炭鉱築別鉱における炭車回転状況に関する2,3の問題
日鉱誌(昭 33.4) p. 214
- 〃：羽幌炭鉱築別鉱における炭車回転状況に関する考察 昭33
年4月 日本鉱業会春季大会において講演