

交 点 の 研 究

正 員 岡 本 但 夫*

STUDY ABOUT INTERSECTION POINT

(JSCE Jan. 1951)

Tadao Okamoto, C.E. Member

Synopsis Formation of things is always caused by meeting of elements which organize the thing itself.

In Abb (1) described about character of intersection point, which may have more chances of meeting than other point of route.

In Abb (2) described roughly about the theory of "Dendroid system" and intersection points which belongs to dendroid system.

In Abb (3) described about effects of intersection point and number of routes which converge to central intersection point.

In Abb (4) described about relation between intersection point and each topography (amongst hills, plain, and coast).

序説 昔から角店は繁昌するといわれている。十字路が繁昌し聚落が先ず出来るのは世の知る所である。本稿は之についていさゝか検討を加えたものである。

1. 解返と事象の成立

1. 交点の特色 要素の解返が行われ、その中ある特定の要素の組合せが行われると一つの事象が生起する。之は恐らく全解返数に比すれば極めて小数であろう。しかし之等の解返の中から前編にも記した如く或%の交渉の生立する公算が期待せられ、交渉の生立によつて新しい事象の生起がもたらされるのである。もつと平たく言えば往来に屋台店を出した場合多くの通行人は知らぬ顔をして前を通過するが、その中のある%は店に立寄つてその中には又買物をする人も出来よう。之等の解返は人と人との間のみではない。人と物、物と物との場合についてもいえる。すなわち、すべてのものは成立する為多くの人、動力、資材等を必要とする。之等のものが各要素であつて之等が適当に組合わされる事により始めて事象(生産物)が発生するのである。

之等の解返は路線上で行われる事もあり、又交点において行われる事もあるが著しく交点において行われ易い。之は交点においては幾何学的に他の部分に比して要素の解返が多いこと、今一つは乗物の交替等の為流動する要素の時間的集積が行われるからである。例を鉄道にとれば駅には数分乃至数時間も待合せの為多数の人が待合所や駅前に集合し、そこに売買その他が行われるのを見る。かくて

「交点は一般の路線部分に比し著しく事象の発生に

* 東海大学教授

好都合な性質を持つ。

といえよう。よつて交点は交渉を最も多く必要とする業務、すなわち商工業、特に商業に適している。

2. 樹枝状組織と交点

1. 樹枝状組織 ある一定範囲に等布する要求を一定の方向に向つて最も抵抗少く取出す場合に生ずべき形について著者はかつて「樹枝状構造」なる名を附して土木学会論文集に所論を発表した事があつた。これは「凡そ2個かたまつて通れば1個づゝ別々に通るより抵抗が少くなる」様な性質をもつものなら少くとも定性的には何にでも適用さす事が出来る。このコースの形は丁度樹木の如く幹より枝、枝より小枝と逐次末梢に到る一系の系列で著者が「樹枝状構造(後に組織と改む。)」と命名したのもその為であつた。

〔註〕 樹枝状組織理論摘要

(i) 幹支線分枝数: m

$$m = \left(\frac{p}{1-p} \right)^{\frac{1}{2p-1}} \Gamma \dots \dots \dots (1) \quad 0 < p < 1$$

(但し $R = CQ^p$ なる仮定の下に)

R : 路線上の抵抗

Q : 要素集中量, C : 常数

p : 指数 (1より小, 右は抵抗が Q の増すにつれその割には増加せぬを示す。)

p が0.5~0.7程度の値の場合には m の値は7.4~8.3程度で余り移動はない。

(ii) 円形の区域内の要素が円の中心に集中するとき中心点に集中する放射状の幹線の数: n

$$n = 2\pi \left(\frac{p}{1-p} \right)^{\frac{1}{2p-1}} \left\{ (p+1)(2p+1)\psi(p) \right\}^{-\frac{1}{p}}$$

但し $\psi(p) = \int_0^1 (1-t^2)^{p-1} dt$ (p の意義前項と同じ。)

n の値

$p=0.5$	$n=8.2$
0.6	9.7
0.7	10.9
0.8	14.1

2. 樹枝状組織と交点の発生 而して之等の各級幹支線は元来一様な地域内に自ら発生する。(かゝる形の発生する理由を証明するのが樹枝状組織理論の重要な部分であるがこゝでは之を省略する。しかして幹支線の分岐する部分には必然的に交点が出る。しかも同じ交点でも大枝の交点と小枝の交点とは自らその性質に差を生じてくる。樹枝状組織の交点は何れも要素が枝派線より幹線に出る(又はその逆)所であり、之等の点は又それより奥の幹線部分より出る要素の通路にも当り要素の解通が特に多い所である。

この外親和的原因によつて各聚落が結ばれる場合にも之等各聚落を頂点とする無数の多角形の路線群を生じ、各頂点は路線側から見れば交点に当る。

一般に地表には幾多の異つた要素が発生し流動する。之等の要素がある適当に集められる事によつて事象が起る。すなわちマッチ一本作るには多くの種類の材料、動力、人力が入用で之等各要素の集合によつて始めて事象(すなわちマッチの生成)が行われる。

しかして一般に異つた地域には異つた要素が発生する(勿論共通なものもある)から広い地域をとる程多種の異つた要素が集ることになる。樹枝状組織の幹線部の交点においては多種多様の要素が集り、従つて高級の生成品の産出が行われる。大都會程優秀品や珍品があるのもこの為である。

3. 交点の作用

1. 新しい求償関係の発生 交点は幾何学上からいへば一点であるが実際にはそれに到る距離上の抵抗が全体的に見て省略し得る程度に近い近傍を含む「一帯の地域」と解釈して差支えない。産業にはその性質上土地に強く結ばれているものと人や物の集中、交易に重点をおくものとその間様々である。前者の代表は農業、後者のそれは商業であり、工業はその中間に位する。交点が商業の立地となるのは当然である。樹枝状組織論は平等なる野上に自ら交点、幹、支線等の発生を示し、之等の新に出来た各部分がそれぞれ要素の解通数に差異を生じ、之より職業の分級が行われる様になる。すなわち政庁や商社は交点や幹線に、普通の住宅等は枝線や末梢に移る様になる。その結果交点とその周辺との間に更に新しい求償関係が発生する事になり、その作用が強くなると之により更に新しい路線の

発生すら促す事がある。

この関係は先に樹枝状組織を生じた原因(外部との求償関係)とは直接の関係なく、第二次的のものである。しかしてこの第二次的関係は第一次のもの(樹枝状組織を作つた原因)に比すれば(すなわち農村地帯対工業地帯というが如き)その強度も遙に弱く、(例えば商業中心対住宅街という如き)又その規模も小さく、前者では点といつても相当の広さを持つ都会とか工業地帯というに対し、後者は十字路とか広場といつた程度になる。

2. 交点に集る路線の数

(i) 延伸率 求償関係の対照となる外部は一般に一方方向とは限らない。2 dimension たる平面の上では少くとも2方向のCo-ordinate system が要求せられる(又はそれ以上の場合もあり得る)事から見て少くとも相直交する2方向に出る場合を考えなくてはならない。この場合には当然相直交した樹枝状組織の交叉した形となり、結果としては基盤の目形になる。著者はこの形を「基盤形組織」とよぶ。

もし外部への要求が3方向になると之に答えるものは三角網となり、更に4方向6方向と考えればいくらかでも考え得る。今甲乙2点間の真の距離を S , 路線沿の距離を L , とし、 $\epsilon = \frac{L}{S}$ を延伸率と定義すれば各種路線網について延伸率は次の如くなる。

ϵ_m : 平均延伸率, 路線各部で ϵ の値を異にするのでその平均をとる。

n : こま数, 任意の一交点を原点にとり、之に隣接する同等な交点を結ぶと一つの環状図形が出来ると。この環状図形について延伸率を比較する。この環状図形の外側には等間隔を置いて更に第2, 第3の同心環状図形が考えられる。この始の環状図形を1こま, 次のを2こま, ..., といふ。

	1こま	2こま	3こま	∞ こま
2交叉形	1.296	1.296	1.296	1.296
3交叉形	1.380	1.237	1.193	1.155
4交叉形	1.232	1.143	1.114	1.053
5交叉形	1.150	1.089	1.061	1.023

2交叉形(基盤形)では近い所も遠い所も同様であるが3交叉形(三角網)以下では遠くなる程距離上の損が少なくなつてくる。極近くでは三角網より基盤形の方が反つて近い。

(ii) 交点における犠牲 各種の交点における交通整理の難易に関しては2交叉が最も易く、交叉数が増すにつれてその犠牲が増大する。2交叉の場合には一方の軸が通行中他の方の軸は交通を停止され、その時

間の有効期間は(以下能率とよぶ)50%である。しかるに3交点の場合は1軸が通行中他の2軸が交通を停止させられるのでその能率は33.3%になり、4交点の場合には25%になる。之では少し能率が悪すぎるので之を克服する為に交点の多い交点ではロータリーが用いられる。之によると回転方向を一定にしておく為先の如き stop は避け得られるもロータリーにおける交通量の集中は2交点、3交点と交点が増す程増大し、之に応ずる為ロータリーの半径もまた増大し、潰れ地面積を著しく増大させる。この点からは交点数が少ない方が有利で交通量の多い都市内に四角網が多いのは多分にこの原因が作用していると思われる。

(iii) 完全に不規則に散在する点(聚落)群を結ぶ路線、完全に不規則に散在する点群を結んで出来た図形は一般に不規則な三角網をなしている(証明略)。えにおいては大体一つの頂点から6個の路線を放出している。之に耕作その他の関係より人の凡そ出稼し得る限度は略一定という仮定を入れると各頂点間の距離が均一化され、三角網の形は一層典型的なものになる。一般に三角形網の発達するのは

- a. 地形に凹凸の多い地方
- b. 純農村地帯

前者は地形の制約が強くて聚落は不規則に散在しているので、出来た路網が崩れた三角形をなす為、後者は政治的作用及外部との求償作用が比較的弱い為樹枝状組織の路線網が充分発達せず唯自らとその周辺との間の求償関係のみが優越する為である。後者の例は大陸の大平原の田舎に多く見られる形で、その代表的なものは山東省西部の大平原地方である。部落の完全不規則配置に加うるに人の耕作し得る距離が略一定している為部落と部落との間の距離も略一定の为一層美しい三角網が出来ているのを見つけた。しかし県公署の位置となると既に行政その他外的影響を強く受けると見えて樹枝状組織的傾向の強い配列(従つて四角網又は千鳥)で郷鎮の三角網との間に明瞭な漸移形が見られた。

(iv) 総括 交点が周辺に対して強力な求心力を及ぼす場合の模形として円形の区域内の要素を最小抵抗をもつて円の中心に運ぶ場合に生ずる放射状路線数については樹枝状組織理論は本稿(1), 1, ii 節に掲げた如く、指数 n が普通の値をとるときは($n=0.5\sim 0.8$) n の値は 8~14 程度である。

之は中心における求心力が他の影響を無視し得る程度に強い場合であつて、一般の樹枝状組織の場合には交点は四角網の交点数 n の値は 4 になり、三角網の所では n の値は 6 本となる。かくの如く一般に交点の周辺に対する吸引力が強くなる程 n の値は増大する

と考えられる。

地表面いたる所平等な形が出来るのは2交点(四角網)と三角網であつて4交点以上になると全平面に平等な形は期待せられない。この場合には放射線は交点の吸引力が及ぶ限界迄で消失し、その先は樹枝状組織の要求する線(4本)だけが続くものと考えられる。三角網は交点の求心性が多少加味された、しかも全平面平等な形で、しかも不規則に散在した聚落群を結ぶに最も適応する形で、農村地帯には広く存在する形である。之に対し外的影響が強い所は樹枝状組織の傾向が強くて四角網になり易く、又交通量の多い所では(ii)節に記した様な交点における犠牲が強く作用して都会地の街路網では古来四角網が多い。

3. 広い交点と高級交通路線の交点

(i) 交点とその周囲との求償関係を考えるのに、東京都対関東平野乃至は全国というが如きものを取扱う場合には東京都乃至は京浜地方全体が又点と考えられる様になる。しかしかかる交点については先に記した如く交通統制に基く交点の犠牲等は問題でなくなる。今之を特に「交圏」と呼ぼう。交圏は対外的には交点と同じ数の放射線を持つべきもその放射線は交圏内に入れば適宜交圏内独自の街並に整理せられて元の角度をそのまま保持する事は稀で交圏内独自の街並に従属する。之等外部から来た放射線はそれぞれ交圏の周辺に近い所に終点を持ち、ここから交圏内各地と一種の別な求償関係を持つのを普通とする。例を東京都にとれば

東北本線、常盤線	上野
東海道線	東京
総武線	両国
中央線	新宿
武蔵野線、東上線	池袋
小田急、東横線	澁谷

(ii) 交通線は高級になる程速度が大になり、この事は発車停車前後の減速及び停車時間の損失を堪え難いものにし、その結果停止点の固定化となり、路線とはいへ吾人が利用し得るのは実は点の列(以下点列とよぶ)という事になる。現在の交通機関においては道路交通迄が線、鉄道以上が点列となつてゐる。航空機になると路線そのもの迄少くとも地上からは姿を消し数十軒を隔てた完全な点列となり、又その交点の振りも明かに交圏といえる程度のものである。

点列は各点よりは少くとも近辺に対して下級の放射線の路線群を放出する。しかし点列の遠方に対する作用は之を直線と見なした場合と近似して来ると考える。すなわちその点列の作るべき直線を幹線と見た場

合に出来るべき支派線が発達する。

4. 地形との関係

1. 山間部の道路 山間部は如何なる所においても河谷に刻れていない所はない。実に現代の地表の形状は河川が作つたと称しても過言ではない。河川は本流より支流、支流より派流と逐次末梢に到る一系の水の流れて、以て全陸面積を余す所なく何れかの河の流域に属せしめている。その形は樹枝状であり、樹枝状組織理論が可成よく適合する。その主谷と支谷との分岐数の比は7.4~10の間で道路のそれと酷似している。よつてもし道路網を河谷に完全に従属して作つたならば河の流域と外部との貿易道路としては殆んど完全なものが出来る筈である。事実河谷は殆んどいつてよい程交通線が従属し、合流点には大聚落が出来ている。唯隣接交点相互の親和性に基く道路が欠ける事になる。之等の道路は谷と谷との中間を横断する峠道で一般にその工事は金がかさみその発達程度も悪く、結局山間部道路、殊に壮年期以後の地形においては河谷への高度依存、すなわち樹枝状組織の道路が優越している。幼年期地形や準平原地形においては地表の大部分に未だ谷の刻みが進まぬ為その地表における交通線の分布は平坦部のそれに近くなる。

2. 平坦部の道路 平坦部においては聚落の位置や道路が地形の影響を受ける事は山地における如く決定的ではない。又河川は山間部の場合の如く交通線に有利にのみ働かず反つて屢々障害になる。

聚落の位置は多くは歴史的起原によつて存在する。(勿論昔その位置に聚落が出来た當時には当時の路線の交点であつたのが生因である場合もあると思われるが今の場合一応之等は過去の事に属し、今日では一応歴史的起原による存在と見なし得るであろう。)

しかしそれに対する地形的拘束は山間部におけるが如く甚しくないので新しい道路網が出来た場合、旧来の聚落がその繁栄を新しい交点に吸いとられる場合が少くない。道路技術の発達は道路を直線化し(昔の道路は地形に従属する度が多かつた。)交点の位置も在来と変化する事が屢々ある。

要約すれば平坦部の道路は対外関係による樹枝状組織体形と歴史的起原をもち且親和度に多く依存する不

規則体形(崩れた三角網)との交錯と考えられよう。

3. 海岸

(i) 港の位置 海面上には陸面上より交通上の摩擦抵抗が著しく少いから海面それ自体が交通上特殊の役割を担当している。すなわち港津は技術上許される限り湾の奥に出来易く(かくする事により摩擦多い陸面通行を出来るだけ少くし得る)、しかも内河航運の利用し得る所が望まれる。すなわち日本の港津について見るに東京、横浜は東京湾奥にあり、大阪、神戸は瀬戸内海及び紀伊水道の奥にあり(瀬戸内海は大きな湾と見られる)、名古屋は伊勢湾奥にある。この外青森、敦賀、清水、広島皆然りである。湾奥で水深深く風弱き所というのが必要条件と見られる。(湾の奥は津波の際具合が悪いという悪条件を克服して設定せられている。)

港津の位置は対外貿易の門戸の位置であり、港津を中心として陸内に吸心性の樹枝状組織が発達する。その港津の勢力が特に強い場合は港を中心とする放射路線の発生を見る。

之等の港湾にもその地盤、任務に自ら差等があり、之又大むね樹枝状組織理論に従うごとくである。すなわち全国を横浜(東向き、米濠相手)と阪神(西向き、亜欧相手)の二大分野に分ち、之より一級落ちて東西各10個許りの港湾があり(長崎、広島、名古屋、四日市、清水等)、更に一級落ちは港津がそのまた十倍程あり、之等各級の港津相互間の大きさは割によく似ている。之は海上及び陸上の地盤の面積が樹枝状理論で定まるからである。

(ii) かくて本邦海岸に沿うて凡そ上の3階級の港津が点列しているので之等相互に親和度による連絡路を生ずる。之が沿岸道路である。すなわちこの有様はあたかも大河川が海岸に沿うて流れている場合の沿岸の有様と同じである。すなわち海岸を本流と考え、之に注ぐあらゆる河川を支線と考えた樹枝状組織を考えればすなわち全ぼうを掴み得ると思ふ。かくて幹線に沿う道路、すなわち沿岸道路は同時に最大幹線交通路である訳で、之は東海道、山陽道、山陰道、北陸道、奥羽筋、常磐線沿線何れもその事実を裏書している。(海岸の屈曲が甚しくない限り) (昭.25.9.5)

特 価 販 売 鉄 道 鋼 橋 設 計 資 料

B・5版 162頁 定価 250円

特価として一般 200円、鉄道関係者 150円で販売します
から送料 30円を添へて学会へ御申込下さい。