工業區位決定之數理分析

The Determination of Industrial Localization Mathematically Interpreted

鄭 林 寬
私立福建協和大學農業經濟學系
By Lin-Kuan Cheng
Department of Agricultural Economics
Fukien Christian University

私立福建協和大學農學院農報編輯委員會
印 行
Published By
The Editorial Committee of The Agricultural Journal
College of Agriculture, Fukien Christian University
民國三十四年十二月

工業區位決定之數理分析

鄭 林 寬

現代經濟地理學研究的對象限於物質的，可以觀察得到的經濟現象，其範圍約可分爲產運銷三部份，三者間有密切的相互關係。經濟地理學的成就，不僅僅限於經濟事實的描述，那不過是初步的工作；經濟地理學能後來居上（註1）其中心理論與完整的體系，乃在區位理論(Localization)之成就。牠所採取的方法，進一步把各種經濟事實的地理分佈，加以比較與歸類，探考其所以然的原因，研究各地物產差殊的道理，尤貴從許多實際的例子，綜合而得某種現象分佈的一般原理。這些原理便是區位理論，爲現代經濟地理學的中心思想，也是牠精華所在，解析從'何地'(Where)而至'爲何'(Why)然後歸納許多'爲何'而求出定理。根據區位理論，我們可以提綱挈領，從無數紛亂的事實中，理出一個明白的頭緒來，用簡御繁，理論的系統是現代科學不可缺的要件。

關於工業方面的位置問題，近來已有明晰的研究，韋勃（Alfred Weber)於一九〇九年發表'工業區位論(Über Standort der Industrie)一書，已詳細的將工業區位問題的基礎建立起來，近年學者對這方面的研究，都奉其爲圭臬。韋氏的重量三角形定理，主要意思是指在決定工業區位的時候，原料，燃料(動力)和成品間的相對比重，視三者的距離與重量的乘積而定(註2)根據此定理，工業設廠地點，便可以用數學的方法正確求得。

工業區位論的問題理論與方法

工業區位論有異於農業區位論，因爲工業不以土地爲生產之對象，從這一點說來，工業是業已從土地脫離出來，其所受束縛不過是其生產對象原料方面罷了，在目前，工業區位論所應說明的問題不僅單單說明各個生產樣式之地表分佈法則，而問題探討的範圍隨近代經濟的擴大及於各種顯著的地理經濟現象間的脈絡與關係。

解答工業區位問題，可有下列兩種理論體系：一

(1)純粹的抽象的一般論　乃從孤立與相互關聯的立場考察各種工業生產樣式之分佈法則，其目的在尋求一般的經濟技術的諸原則。

(2)具體的現實的理論　也可以說是資本主義的理論，其目的乃是從現代經濟組織的構造原理來確定其特徵。

我們在此所討論的僅限於前者即所謂純區位理論 (Reine Theorie des Standorts) 或‘一般區位論’(Ablgemeine Standortslehre)。純區位理論之闡明，不能不使用‘孤立化法則’—— 即非在孤立的工業過程中，而分解某國之工業全體不可。

在一般經濟學理論中，經濟法則的作用，常常是用‘在所與的條件之下’(Under certain given conditions) 或‘在其他條件不變的情形下 (As other things being equal)而加以說明的，那麼我們現在要探討的，假定工業向某個地域的指向中，發生影響的因素，在他處並無存在則何者能使工業生產，分佈於地理的區位之中呢？其牽引力又如何？

從現實的工業體中，我們先找出消費地，他方面又找出生產地，則工業大多在運送費最小的地點 (Transport minimal punkt) 舉行生產。然則運送費最小的地點，落在那裏呢？要解答這問題須先說明運送費的構成因素。

決定運送費的基本要素是重量與距離，因爲所謂運送乃是將某種重量的東西運送到某種距離去之謂。在決定運送費時，當然在此兩要素外許多要素，例如運送費更依存於運送機關的樣式與其利用的程度，地形及其運輸經路之種類，以及貨物自身的性質，凡此一切於計算運送費時，自然是發生作用的，不過這些在思想上觀念上大體都可以使其表現在這兩個要素了。在決定運送費時，是這些事情與重量距離相換算，易言之，即考慮各種事情，在其所與的距離與重量之中，附以適當的比重，因之實際上運送費的計算，仍是以重量與距離爲計算基礎，結果運送費的單位，便是一噸重的東西運送一粁遠，所需要的費用，所謂‘噸粁’(Tonnen-Kilometer)是也。因之所謂最小的運送費，不外將這種噸粁弄到最小而已，所謂最小是‘在所與的條件下觀察的，韋勃指出此所與的條件如下：一

'一方面已獲得消費地之位置與消費之數量，他方面又獲得原料所在地，動力所在地之位置及原料動力之數量，在此情形下，爲敍述便利起見，吾人僅假定該工業直接由生產財生產消費財，而不經過中間生產階段，依此而判定其區位。'

韋勃的純工業區位理論，是最深刻之理論成就，不過因其深遠抽象，文章難解而欠明確，故最好藉助於數學的推論，便可以徹底理解。韋勃的工業區位論乃以運送指向論（Thorie der Transportorientierung）爲基幹。運送指向論在說明運送費最小的生產地在何處，然而決定運送費最小的要素是非常複什的。當決定之時，這些要素所發生的作用，則非用數學來解析則難能瞭然，本文之作即根據韋勃氏原書數理附錄，以從事工業區位論之闡明。（註3）

基本概念

在敍述數理分析之先，須先對若干術語，加以說明：—

（1）區位單位（Standortseinheit）爲從事工業區位分析觀察時基本概念。在吾人分析區位位置時，常取工業現實之工業體中，抽象化求出若干分解的要素，循由孤立化法則以求得之。即出發於孤立之工業而分析該地全體抽象的工業體。此種特定生產物之生產與販賣體系爲'區位單位'。

（2）區位因素（Standortsfaktor）經濟活動，在同一生產部門，同一'區位單位'中，所發生的較其他單位爲特殊有利之點，謂之區位因素，純理論之區位決定論，即在研究說明區位因素對於區位單位所發生之作用。

（3）地方因素（Regionalfaktor）凡足使某個地方生產有利之因素，總稱爲'地方因素'。地方因素包括有原料產地價格，原料與生產物之運送費及勞動成本三者。價格之差異主要還是由於運送費不同，而勞動成本對區位的作用，與運送費比較起來則居於次要因素，故地方因素之中最重要的，僅包括運送費一項而巳。

（4）集散因素（Agglomerativ und Deglomerativfaktor）普通是指生產集中於某地與從而使之分散之因素，乃地方因素導生之結果。

(5) 工業之原料指向與消費指向 (Die Material-order Konsumorientierung) 指在區位上生產地爲原料所在地與消費地所牽引的事實。

(6) 遍在性原料與地方性原料 (Ubiquitaten und Lokalisierta Materialen) 乃依原料存在之形式，將原料區分爲二類。前者爲無論何處都具有的原料，後者爲只有某一特定地點纔有的原料。

(7) 純原料與粗原料 (Reinmateral und Grobmaterial) 依從加入生產過程的樣式而對原料的分類，前者是全部可以變爲某種生產物的東西，後者是生出殘滓，而殘滓的一部再變爲其他生產物的東西。燃料在生產過程中消耗盡了，其重量不加入於生產物中，故可視爲粗原料之典型的代表。此類原料在生產過程中，無論其具有怎樣不可缺性，但由區位論者看來其重量可以說是與生產並沒有關係。此類原料與固有的粗原料稱爲'重量喪失性原料'(Gewichtsverlustmaterial)

(8) 原料指數 (Material index) 乃指地方的原料重量與生產物重量之比，原料指數乃從重量喪失與遍在性原料之關係表明。

(9) 區位重量 (Standortsgewick) 乃指'原料指數＋1'之關係。亦可視爲地方之原料與生產物重量間之關係。以公式表明

$$\text{區位重量} = \frac{\text{地方之原料重量} + \text{生產物的重量}}{\text{生產物的重量}}$$

原料指數也可改變成下列公式：—

$$\text{原料指數} = \frac{\text{生產物必要的地方原料之重量}}{\text{生產物重量}} = \text{生產一噸的生產物所需要的(平均的)地方原料重量之噸數}$$

此公式復可引申如下：—

原料指數＝(生產物一噸生產時所需要的地方的純粹原料之重量)
＋(生產物一噸生產時所需要的地方的原料喪失性原料之重量)
－(生產物一噸生產時所需要的地方的純粹原料之重量)
＋(生產物一噸生產時所必需的地方的重量喪失性原料之重量中生產物所包含的重量)＋(生產物一噸時所需要的地方的重量喪失性原料中之重量喪失)
＝(生產物一噸－生產物一噸中遍在性純粹原料之重量)＋重量喪失
＝1＋重量喪失－遍在性純粹原料之重量。

區位三角形與重量三角形之構成

決定運送費最小之生產地之基礎爲區位三角形與重量三角形。

現在用$A_1A_2A_3$三點表示原料所在地動力所在地及消費地，以此三點爲頂點連成區位三角形如圖一。

在這區位三角形中三點間之相互位置——方向與距離均爲已知數，其座標爲$A_1(X_1Y_1)A_2(X_2Y_2)A_3(X_3Y_3)$因$A_1A_2A_3$爲已知點，則$X_1X_2X_3$ $Y_1Y_2Y_3$亦爲已知數。

但吾人除已知以上三點位置外，卽原料的重量，動力的重量及生產的重量必須亦爲已知，以$a_1a_2a_3$表示之。原料重量a_1及動力重量a_2其意指生產a_3重量的生產物必要的原料或動力之數量。三邊的相關係可以表現爲如下的三式：$a_1 < a_2 + a_3$，$a_2 < a_1 + a_3$，$a_3 < a_1 + a_2$。如果三種重量之一比其他二種重量皆不會極大的話，則可構成以$a_1a_2a_3$爲邊之三角形$\triangle G_1G_2G_3$之重量三角形來，如圖二。在圖中各對底邊的頂點爲$G_1G_2G_3$其頂角爲$\Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3$(Gama)。在重量三角形中決定運送費最小之地點卽由其頂角$\Gamma_1\Gamma_2\Gamma_3$爲準。

運送費如前節所述是由重量與距離而決定。現假定：

r_1＝原料所在地與生產地之距離

r_2＝動力所在地與生產地之距離

r_3＝消費地與生產地之距離

運送費內容爲（原料之重量×原料所在地與生產地之距離）+（動力之重量×動力所在地與生產地之距離）+（生產物之重量×消費地與生產地之距離）。現以K代表運送費則得下列公式：—

$$K = a_1r_1 + a_2r_2 + a_3r_3 \quad \ldots\ldots \quad \text{公式1}$$

在區位三角形，任取一點作爲生產地P_1其座標爲XY，如圖三所示則$\overline{A_1P} = r_1$，$\overline{A_2P} = r_2$，$\overline{A_3P} = r_3$，根據畢達哥拉定理則可求得：—

$$\overline{A_1P} = r_1 = \sqrt{(X-x_1)^2 + (Y-y_1)^2}$$
$$\overline{A_2P} = r_2 = \sqrt{(X-x_2)^2 + (Y-y_2)^2}$$
$$\overline{A_3P} = r_3 = \sqrt{(X-x_3)^2 + (Y-y_3)^2}$$

公式1可改寫如下:—

$$K=a_1\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}+a_2\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}$$
$$+a_3\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_3)^2}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{公式2}$$

上述P點並不一定就是運送費最小的生產地。茲依照上述區位圖形(Standortsfigu)將P_0代表運送費最小的地點，如圖四(甲)。在圖中我們要證明運送費最小地的生產地P_0不能落在區位三角形$\triangle A_1A_2A_3$之外，以圖四(乙)爲例。

在圖上之區位三角形之外取P^1_0作爲運送費極小點。從P^1_0作一垂線P^1_0M垂直於A_1A_2邊上，現在於P^1_0M上，比P^1_0更近於底邊取P^2_0點則$A_1P^1_0>A_1P^2_0$；$A_2P^1_0>A_2P^2_0$；$A_3P^1_0>A_3P^2_0$，代入公式1則：$a_1\overline{A_1P^1_0}+a_2\overline{A_2P^1_0}+a_3\overline{A_3P^1_0}>a_1\overline{A_1P^2_0}+a_2\overline{A_2P^2_0}+a_3\overline{A_3P^2_0}$。

以文字解釋則爲將生產地置於P^2_0比置於P^1_0的運送費爲小，換言之，愈接近三角形的邊，則運送費愈小，故P^1_0不是運送費最小的生產地。

吾人由此可得一結論：運送費最小的生產地，一定落在區位三角形的邊上或其內部。

利用公式2，可進而以代數方法尋出運送費最小的地點。

公式2說明運送費與生產地的座標X,Y爲函數。因此運送費極小點P_0如在區位三角形之內或其周上，則P_0點之座標必然滿足下列關係。

$$\left.\begin{aligned}\frac{rK}{rX}=0\\ \frac{rK}{rY}=0\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{公式3}$$

座標X_1Y_1如能決定，則運送費最小點P_0亦可隨而確定。故決定P_0點須解公式3而求其根卽得。其實際計算步驟如下:—

$$\frac{rK}{rX}=a_1\frac{X-x_1}{\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}}+a_2\frac{X-x_2}{\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}}$$
$$+a_3\frac{X-x_3}{\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_3)^2}}$$

$$\frac{rK}{rY}=a_1\frac{Y-y_1}{\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}}+a_2\frac{Y-y_2}{\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}}+a_3\frac{Y-y_3}{\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_2)^2}}$$

代入公式3，則求得運送費極小點之座標如下:—

$$\left.\begin{aligned}&a_1\frac{X-x_1}{\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}}+a_2\frac{Y-y_2}{\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}}+a_3\frac{X-x_3}{\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_3)^2}}=0\\&a_1\frac{Y-y_1}{\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}}+a_2\frac{Y-y_2}{\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}}+a_3\frac{Y-y_3}{\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_3)^2}}=0\end{aligned}\right\}\text{公式 4}$$

依據以上所述，吾人已知 1.原料所在地之位置及原料之重量，2.動力所在地之位置及動力之重量，3.消費地之位置及生產物之重量，則以區位三角形及重量三角形爲基礎，從數學上闡明尋求運送費最小地點，(註4) 現在我們試考察此種方法在區位論之意義。

在重量三角形上，某一邊比其他二邊愈小，則其頂角亦愈小。假使原料的重量A_1比其他的重量A_2A_3爲小，則其頂角也因小而愈小$\angle_1$愈小則$\angle_2$漸近於180°，其意義則爲P。漸次遠離A_1而漸次近於A_2A_3；反之若果原料的重量比其他的重量大，則$\angle_1$增加卽$\angle B_1$之減少，其意義爲P。點接近於A_1。假如其他條件不變與相同，則其距離r_1有隨a_1之增大而減少，隨a_1減少而增大之勢，所述原料所在地與運送費最小點間關係，亦同樣可以應用爲動力所在地或消費地與運送費最小點間關係之說明。如此生產地各應其重量，而被原料所在地，動力所在地，消費地所牽引。見圖五.

原料性質與運送費最小點之關係

在一般區位論中原料性質的考慮乃是必要的，可以分爲三個實例以觀察之。

第一例　純原料與重量喪失性原料，在對運送費決定上顯示有區別的。所謂純原料則全部加工後仍爲生產物之重量。如此說來，原料與動力兩者均屬純原料時，則原料之重量 (a_1) 與動力之重量 (a_2) 之和等於生產物之重量，卽 $a_1+a_2=a_3$。

在上述之情形下則重量三角形不能成形。而運費最小點乃落在消費地 A_3 上，吾人於此可引申一結論卽：某工業如所使之原料全部爲純原料而無重量喪失性之原料時，則生產地與消費地一致。

第二例　假定另一情形——原料與動力皆屬於重量喪失性原料之性質者，卽原料的重量不是一切生產物之重量。則原料的重量 (a_1) 與動力的重量 (a_2) 之和將大於生產物之重量，卽 $a_1+a_2>a_3$ 此種情形，爲重量三角形構成之基本條件，在這情形下，生產地與消費地常不能一致。其指向視下列場合而異：—

甲. 原料的重量喪失性愈大則生產地愈爲原料所在地 A_1 所牽引；動力的重量喪失性愈大則生產地愈爲動力所在地 A_2 所牽引。

乙. 原料與動力兩者之喪失性重量程度相等，而生產物的重量極小，則生產地近爲 A_1A_2(註5)

丙. 如原料與動力的重量喪失性極大，以致重量三角形不能形成，則生產地必依重量喪失性大的原料或動力的所在地而區位。

第三例　原料所在地 A_1 之原料 (a_1) 爲純原料，在生產過程中不消耗，且全部可轉形於其生產物上；而動力所在地 A_2 的動力 (a_2) 是重量喪失性的動力(卽 $a_1+a_2>a_3$；或 $a_2<a_3-a_1$) 則區位指向須視重量喪失性動力的程度而異。

甲. 在動力的重量喪失性並不十分大，則重量三角形可以成立，在此種場合下，生產地多位於區位三角形之內，而發生生產地與消費地並不一致之情形。

乙. 在動力的重量喪失性極小之場合，則消費地有成爲生產地的可能。

丙. 在動力的重量喪失性極大之場合，則動力的所在地會成爲生產地。

重量三角形之例外

前節所描述之重量三角形，係假定某一個重量比其他兩種重量並不十分大之情形形成的，亦卽某一邊的長較其他兩邊之差要大，但小於其他兩邊之和。但是在現實體上有時是不合乎上述條件的，在此種情形下，運送費最小點如何決定呢？這是本節所要討論的問題。

例如重量三角形如在特種情形下不能構成，則運送費最小的地點落在什麽地方呢？這有三種可能情形。

(1)設 A_2 A_3 大體相等，a.比較起來極其短小，則重量三角形爲圖五之形式，卽$\angle r$殆近於零，而$\angle B_1$則近於180°，此時運送費最小點P_0的位置極接近A_2 A_3邊。

(2)如$a_1=a_1 a_2=a_0$，P_0點落到A_2 A_3之上，卽位於區位三角形之$\angle A_1 A_2 A_3$之周上。

(3)若a_1比a_2 a_3大，卽$a_1>a_2+a_3$則重量三角形不能構成，根據上述原則A_1便是運送費最小的地點。

第三種情形不能構成三角形，茲不具談，在前兩種情形，則運送費最小點是落在三角形內部或周上，此仍有待證明。

如圖七所示。

設$\angle r_1$大於區位三角形之頂角A_1的補角卽$\angle r_1>180°-\angle A_2A_1A_3$易項則變爲$\angle A_2A_1A_3>180-\angle r_1=\angle B_1$則$P_0$之軌跡(三角形$A_2A_1A_3$之外接圓）不在三角形$A_1A_2A_3$之內部而在外部，但是顯然又不是落在外部，其結果由於A_1比A_2 A_3紀對大之故，運送費最小點落於A_1上。同理$\angle r_2$比$\angle A_2$的補角大時，運送費最小點P_0也與A_2一致。在此種情形之重量三角形雖亦構成，惟因依角度之大小，亦會發生運送費最小點與頂點相一致之事實。

中間生產物再生產工業之區位決定

以上所論證各點均在直接生產——卽直接由原料製成生產物一之假定前提上。不過，事實上，這種簡單的生產很少有，在多數場合之下，某種貨物之生產，須利用其他已製成品或半製成品爲原料，換言之，某種貨物之生產須先利用已成品或半製造品加工製造之後，

始成為最後生產物。此項利用為原料之製成品或半製成品稱為中間生產物（Zweischenpnodrcte）或稱為生產用之生產手段（Produziertes Productionsmittel）。在這種情形下其表現有如下的幾方面：——

（1）中間生產物的消費地等於最後生產物之生產地；

（2）最後生產物以中間生產物為原料，則其原料所在地卽為中間生產物的生產地。

某種工業，如係連結的生產階段構成，則區位的決定就為多重的。何謂多重的呢？卽在互為生產地的數個地點，以尋出其運送費極小之點不可。

多個生產階段結成的工業區位，雖然複什，但其闡明的原則是與以上各節所論據之一個生產階段之問間相同的，在數理推論時則易一個三角形而為兩個或多個區位三角形，以求其間相互依存關係。

在兩個生產階段結合之工業，消費地之位置，生產物之重量，中間生產物之重量，中間生產物以外的原料所在地之位置及重量，均為巳知數。

如圖八，有兩個區位三角形 $A_1A_2A_3$ 及 $A_1'A_2'A_3'$，同時 A_1' 作為第一個區位三角形的生形地，A_3 為第二個區位三角形 $A_1'A_2'A_3'$ 的生產地，得到 $A_2'A_2'A_1'A_2$ 從而得到 $a_1a_2a_3$ 及 $a_1'a_2'a_3'$ 時，則可推出總運送費最小點。

在圖九中試求：——

$P_0 = A_1'$　$P_0' = A_3$

吾人可先做下列之考慮：——

（1）如前所舉例，將 $a_1a_2a_3$ 及 $a_1'a_2'a_3'$ 作為兩個重量三角形之三邊，稱為第一重量三角形與第二重量三角形。

（2）如前所已闡明者，由重量三角形，或重量三角形與區位三角形之關係所求得運送費最小點之生產地，與巳知的原料所在地或消費地之一，相一致之事實，在此不再做重複的說明。

（3）如圖六所示，吾人先研究 A_3 之軌跡，由已知之第一重量三角形為出發，繪出 P_0 之軌跡（三角形 $A_1A_2A_3$ 之外接圓）。P_0 與 A_3 之關係可

表示於A_3P_0之延長，必與三角形$A_1P_0A_2$外接圓，相交於某定點M因爲

$\angle A_2P_0M$＝某個一定角$\lfloor r_1$

$\angle A_1P_0M$＝某個一定角$\underline{r}_2$

故在此決定之外接圓中孤A_2M及孤A_1M必須一定。故先得A_1A_2與第一重量三角形，則P_0點之軌跡，三角形$A_1P_0A_2$之外接圓即可決定，並得其定點M。M乃$\widehat{A_1M}$的張角＝$\lfloor r_2$ $\widehat{A_2M}$的張角＝$\lfloor r_1$之點　P_0與A_3站在一條直線上不可。在此直線上始能實現運送費最小之狀態。

依同理應用於第二區位三角形$A_1'A_2'A_3'$上，得到三角形$A_2'P_0'A_3$之外周及其上之定點M'。

在第一三角形吾人已知$M'P_0(=A_1')$，$A_3(=P_0')$在一直線上。

在第二三角形吾人已知$M'P_0'(=A^3)$，$A_2'(=P_0)$在一直線上。

以上兩條直線上共有二點（$P_0'=A_3'$，$A_1'=P_0$），故引申爲一線包括此四點在內，然其中M與M'點爲定點。故如作一連接MM'之直線，並作出此直線與外接圓之交點，則可得出二點。$P_0'=A_3$　$P_0=A_1'$

摘　要

(1)在消費地與原料(廣義的包括動力)所在地對生產地之牽引力，最後乃決定於遍在性原料與重量喪失性原料之比率。因爲遍在性之原料於生產物重量之增加發生積極作用，在重量三角形中表示的爲$\lfloor r_3$之增加與$\lfloor B_3$之減少，重量喪失性原料則發生與此恰反的作用，此兩種反作用力相互作用結果必致有一方壓倒他方之事實，則工業或爲原料指向與消費指向。

(2)純粹原料對於生產地無牽引力，反之，重量喪失性原料則對生產地具有牽引力，決定區位的乃在原料指數之組成，因爲(a)純原料在消費地分力與產地分力，兩者皆起同等作用；(b)遍在物表現於消費地分力上；(c)重量喪失部分則加强產地分力。

(3)如原料生產地之原料重量喪失性極大，遠超過其他一切原料(包括遍在性原料)總重量之上時，工業發生原料指向或僅於原料所在地生產發生指向。此種情形之重量三角形無法構成。

（4）如一方面僅使用地方原料（純原料之原料），他方面遍在性之原料等於喪失之重量，則工業發生消費指向，而成爲完全的生產地與消費地一致的事實。

意見與結論

就工業區位的定理發展來看，起初可以說是兩元的。韋勃在他的著作裏，將原料與動力二者倂稱爲原料 在其尋求一般化工業區位定理時，卽出發於此見解。其次演繹的階段乃用原料所在地，動力所在地，消費地三者來構成區位三角形，同樣亦依此構成重量三角形，以解析之。依理順推，則若果原料不只一種而是一般地多數存在之時，則三角形可演爲多角形，區位多角形與重量多角形的分析方法原理仍舊，不過做爲常數的數字增多而已，這種複什的區位决定，在數理分析時，幾何的方法比較難於使用，但這並不是說無法解答問題，只是須用間接較複什的步驟。在這種情形下重量作爲生產地的牽引力，如何發生作用呢，試舉一例證明依然可以用解析的方法來闡明的。

例如說明原料地爲四個之區位單位，原料地附以1.2.3.4等符號，消費地之符號以5代表。照上面所講。

$$K=a_1r_1+a_2r_2+a_3r_3+a_4r_4+a_5r_5$$

運送費最小點之生產地的座標(X_1Y_1)可解下列聯立方程式求得。

$$\begin{cases} \dfrac{rK}{rX}=0 \\ \dfrac{rK}{rY}=0 \end{cases}$$

演析則得：——

$$a_1\frac{X-x_1}{\sqrt{(X-x^1)_2+(Y-y_1)_2}}+a_2\frac{X-x_2}{\sqrt{(X-x_2)_2+(Y-y_2)^2}}$$

$$+a_3\frac{X-x_3}{\sqrt{(X-x_3)_2+(Y-y_3)_2}}+a_2\frac{X-x_4}{\sqrt{(X-x_4)_2+(Y-y_4)_2}}$$

$$+a_5\frac{X-x_5}{\sqrt{(X-x_5)^2+(Y-y_5)^2}}=0$$

$$a_1\frac{Y-y_1}{\sqrt{(X-x_1)^2+(Y-y_1)^2}}+a_2\frac{Y-y_2}{\sqrt{(X-x_2)^2+(Y-y_2)^2}}$$

$$+a_3\frac{Y-y_3}{\sqrt{(X-x_3)^2+(Y-y_3)^2}}+a_4\frac{Y-y_4}{\sqrt{(X-x_4)^2+(Y-y_4)^2}}$$

$$+a_5\frac{Y-y_5}{\sqrt{(X-x_5)^2+(Y-y_5)^2}}=0$$

著作在另一小册(註5)中，曾指出影響工業區位的因素是多方面的，世界工業的地理分佈並不如我們想像的簡單，經濟地理上的現象錯綜復什，我們必須把牠們加以嚴密分析，深刻研究，纔能得到眞理，所以主張採取動態的工業區位論。當做研究決定工業區位因素結論時考慮當然是多方面，不僅限於經濟的，在現存作家中已有一部分人在從事這類嘗試。例如柯斯(Harold V. Coes)的表格，他把各種因素的重要度或差級，以十爲準，分別各因素的輕重，說明對工業的重要性。自然他所推論的量度的輕重是依工業的種類而異(註7)。

衡量工業各種要素之重要度

(1)重要度 $1\frac{1}{4}$；和原料市場接近——包括鐵路水路和原料的供給。

(2)重要度 $1\frac{1}{2}$；和銷售市場接近——包括大城市，鐵路，水路，廣告及本業競爭者之影響。

(3)重要度 $2\frac{1}{4}$；勞工供給——包括勞工與勞工供給之性質，失業女工(已婚未婚)之百分比，失業童工之百分比。

(4)重要度1；動力——包括燃料(煤，瓦斯，油)的品質及價格，電力或水力及總發電量。

(5)重要度 $\frac{1}{4}$；氣候對勞工及產品的影響。

(6)重要度 $\frac{1}{4}$；廢物的利用——包括廢物的整理售價及不能出售時之整理費。

(7)重要度 $\frac{1}{4}$；原料及製成品的消耗。

(8)重要度¾；原料及製成品的運費率。

(9)重要度¼；法令——包括州立法（公司法賦稅及僱主義務）及市鎮鄉的法例（賦稅及工廠檢查）。

(10)重要度1；銀行——包括借貸款項及借貸數額的大小。

(11)重要度¾；產業的座落——包括土地的優劣，地價高低及置基建基引水諸用費。

(12)重要度¼；建築材料——包括沙礫，平板石，碎石，磚，木料，鋼鐵及水泥等。

當然柯斯的成就，是別有其用意的。本文之作主要以數理展開為中心，解析韋勃氏的純工業區位理論中的運送指向問題。韋勃氏的理論重要部分均在此，至於詳細文獻，尚待以後的介紹。從韋勃氏的理論分析中最重要的乃在其方法與精神。動態工業區位論應為此種方法與精神進一步的引用，此項新理論體系久在著者的構想之中迄未解決。著者以為這種新動態工業區位論，不僅為經濟學者的努力也須待工程家技術人員共同研究，始克有成。

福建協和大學農業經濟學系　　民國三十四年十二月

註解

(1)現代地理學的發展始於十九世紀中葉，經濟地理學為人文地理學之一門，其發展歷史尤晚。一八八二年德國地理學者葛茲君(Wilhelm Gotz)在柏林地理學會會誌發表經濟地理學概論一文(Die Aufgabe der Wirtschaftliche Geographie)始倡經濟地理學的名詞。

(2)見著者另一著作：工業區位決定論。協大農報6(1—2)

(3)Alfred Weber, Uber den Standort der Industrien, Erster Teil, Reine Theorie des Standorts S.225f.

(4)此種情形亦可於代數方法之外，用幾何方法論證，關於幾何部分本文從略。

(5)僅在原料及重量喪失性極小時，生產地與消費地一致如圖六所示。

(6)同(2)

(7)Harold V. Coes: The Rehabilitation of Existing Plants as a Factor in Production Cost.