

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

辽河平原沉降和鞍山地区几种 垂直构造运动现象

李 鴻 业

(鞍山钢铁公司地质测量处)

一、序 言

近年来所发表的一些有关新地质构造运动的报导对我们有很大的启发,笔者观察了整个辽河流域的地貌以及辽宁平原边缘——鞍山地区的一些地质现象以后也深深体会到这种运动是很普遍的。就整个辽东半岛的海岸为下沉海岸地形来看,又证明整个山区与平原目前正以不同的程度在继续下沉。因而其结果也势必引起辽河对松江流域的继续争夺。

这种下沉运动,就鞍山地区所见,显然是继续第三纪末的上升而来的下沉阶段,这一点已为在鞍山地区冰川遗迹的发现所证实。

值得注意的是,由于第三纪高度的地盘上升所引起的夷平高度,显然与已重复过两次的前寒武纪古老夷平面相重合,因此现今出露的坚硬而巍峨的鞍山式铁矿露头,实际上就是最原始的侵蚀面。

二、辽宁平原下沉与松花江流域的争夺

辽河平原,南滨渤海,北至辽松分水岭,成东北方向介于辽东辽西之间(图1),下游土壤为多含溶性盐类的海陆混合相的沉积。据物探得知,此下游处的基盘深度可达2000米^[1],故均低于海面水平。可见辽河平原的形成,与华北平原一样,大部不是由于海退而是经过海滨淤积作用形成的。

鞍山平原是辽河平原的边部,就近年来的钻探所知地盘深度一般在60米到150米之间,即在山区边缘也深到5米,故地盘标高亦均在海面以下,因而有很多通向平原的山间河谷,也为弱谷地形。由于此种淤积和整个基盘下沉所形成的辽河平原,在纵的方向是向西南倾伏,故愈向西南就愈深,在横的方向略呈槽形,故近山区边缘则浅,远之则深(见图2中的剖面图),例如在作为下沉东翼的辽阳平原,就钻探所知,在边缘区者,其地盘标高为20米,往西北3公里则为24米,再向西北8公里则深达150米,呈曲线下降;又如著名的首山含水层,本来它是太子河出口的冲积扇,为厚度可达80米的卵石粗沙层,但由于冲积扇形成之后仍继续下沉并由于同时期的粘土淤积作用,故在地表上并看不到冲积扇的起伏地形。这种下沉作用在轴部就更甚,因而自辽东山区流向辽河平原的水系,均先流向轴部。及至平原内部才以90°角折转,沿本流转向南下,如太子河、浑河、千山河便是其例,这种垂向轴部的坡度,在鞍山平原约为1:1000左右,故上游多蛇曲刻蚀。

按常隆庆、杨鸿达的意见^[1]:渤海为深25米的浅海,因此只需两千年就可被黄河、辽河

的淤沙所填满,然而有史以来已四千年,除了渤海面积稍有缩小外,并没有被填满,也就是说它是在继续下沉的过程中保持了平衡的。

此下沉区域以渤海为中心呈长卵形,长轴呈北东方向,也就是和辽河本流及黄河下游方向是一致的。目前辽河仍对松花江流域具有争夺现象的这一事实,说明长轴的东北端还在继续推进中。

人们从来认为,辽河与松花江原来是一个流域体系^[1],但从新地质构造运动等观点看来,两者原来就是两个独立的水系,不过由于在两个流域的经久争夺下,面积上已起了很大的变化。换言之,辽河流域原来甚小,以后经前述渤海凹陷而逐渐扩大,它与松花江之间的分水岭原来不是在现今怀德(八家子)和农安之间,而应在铁岭附近的低夷丘陵呈列

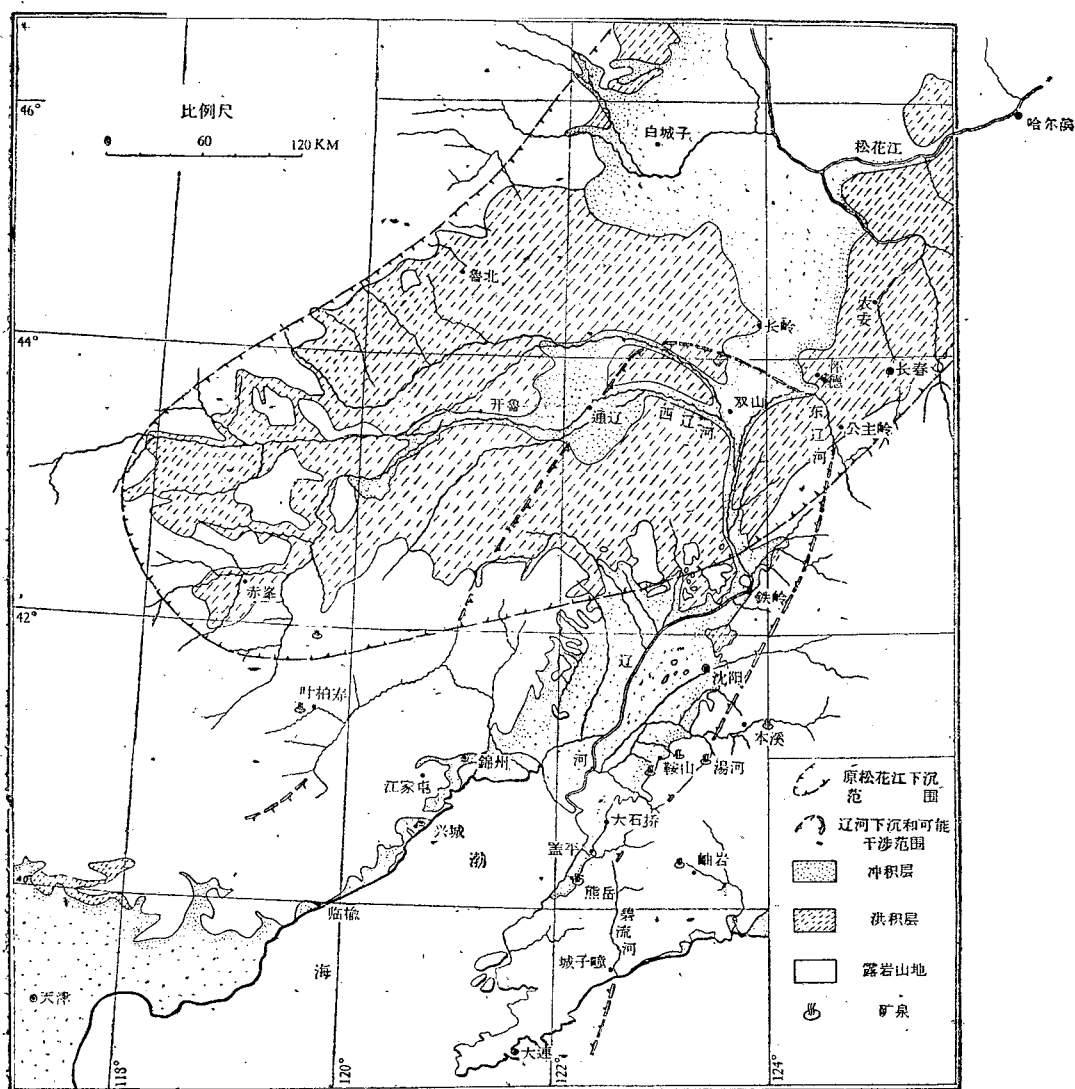


图1 辽河下沉与松花江下沉的关系

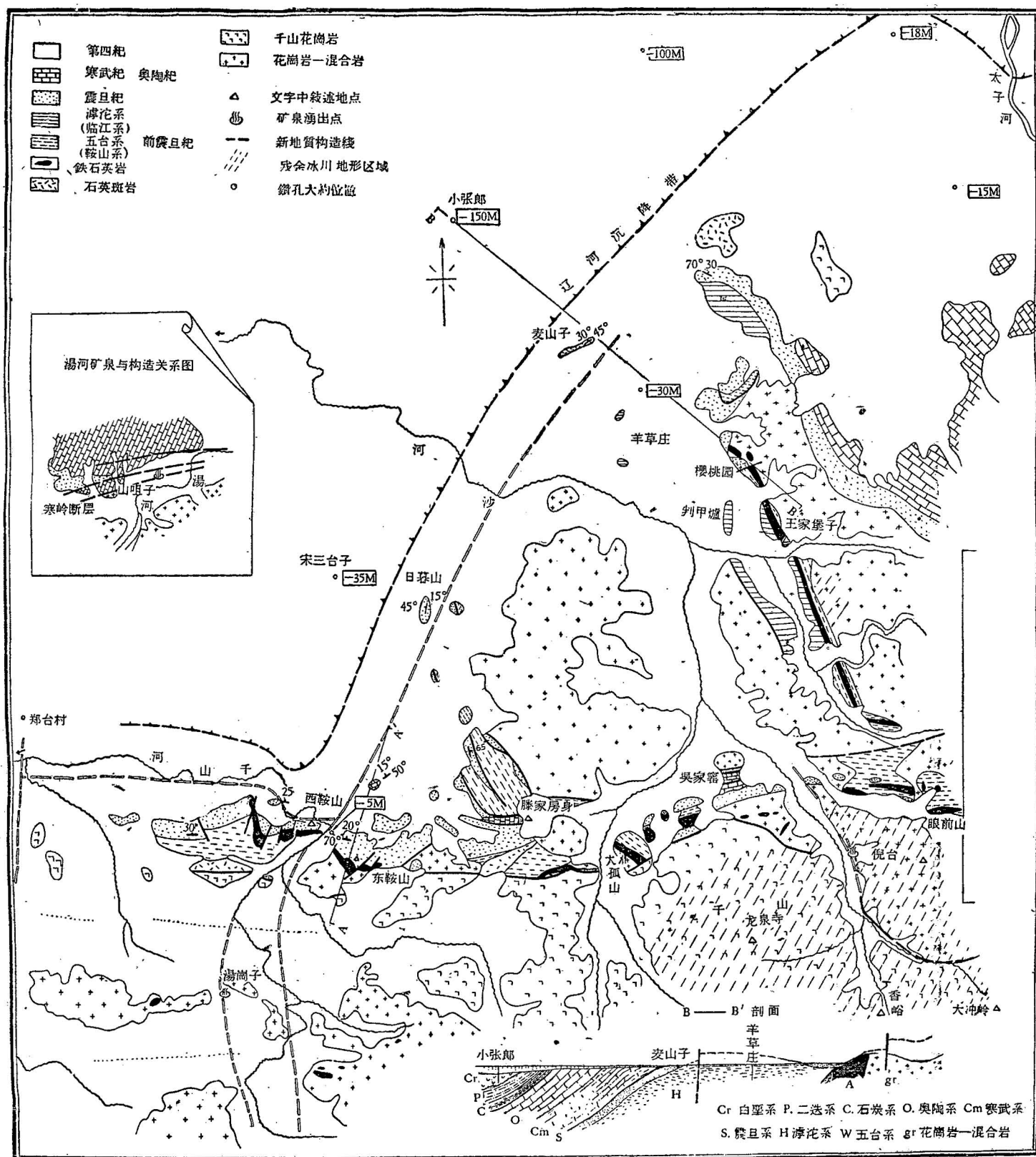


图2 鞍山区地质现象分布图

地带,即比原来位置向北约推进了 150 公里。因而东西辽河两大支流,当时不是自双山附近从南面折入辽河主流的,而是对向松花江主流北出的,这种推断可以用以下几个事实来加以证明:

1. 从流向来看,东西两大辽河支流在双山会合以前的上游,它们的流向与松花江颇相似;而与辽河主流相逆。且西辽河的长度还远远超过辽河主流。更从它们流域面积的形状上来看,西辽河流域与松花江流域的边缘互相衔接,颇吻合大兴安岭阶梯块断构造;而

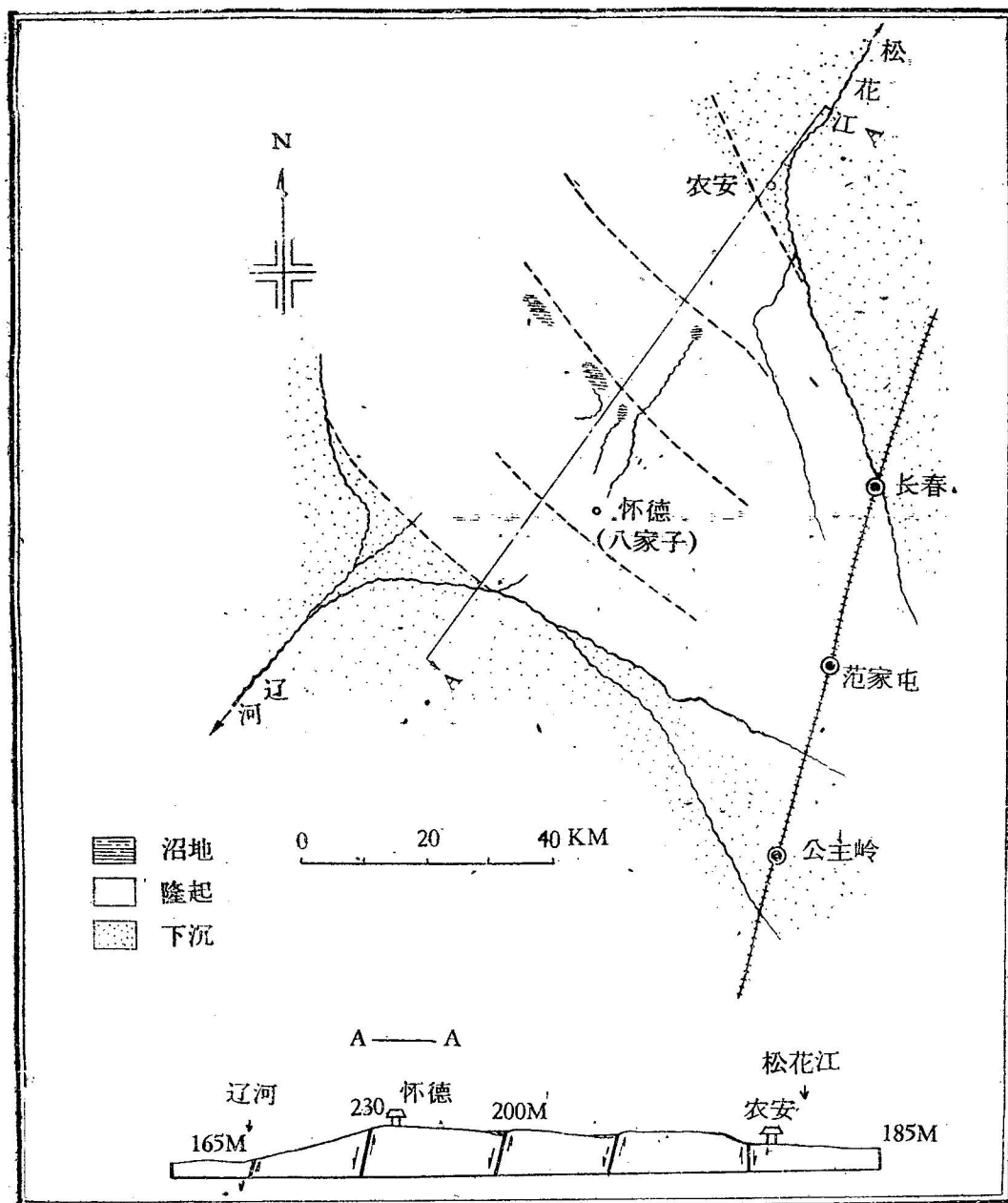


图3 辽松分水岭新构造示意图

辽河本流不但面积狭长,其方向亦略有所不同。

2. 在辽松分水岭,即怀德(八家子)与长岭之间有通向南北的冲积层(砾石、砂、粘土等所组成)。值得注意的是这一冲积层的幅度愈北愈宽(由5公里逐渐扩大到40公里),此外中间还有散点的沼泽地带,因而此分水岭不但原来就是河流通过之所,按流向与幅度关系来看,应是由南向北,而不是由北向南。也就是说其主流位置是自双山流向嫩江和松花江会合地点附近的。

3. 在作为分水岭一部的怀德(八家子)和农安一带还可看到有二段断头河现象,这个断头河的北终端又各都形成了沼地,这不但证明在此分水岭处有新地质构造的阶梯断层存在,也证明分水岭隆起地带原来就是南高北低,而河水是向北流出的(图3)。

4. 辽河本流所通过的铁岭彰武一带的平原,尽管海拔才有80~100米,比海拔200~260米的辽松分水岭低得多,但它在辽东、辽西两个山区之间却连繫了若干岛状岩丘,其中高的海拔270米,已超过了分水岭,这意味着它原来就是高地;反之,在辽松分水岭处,海拔虽然较高,但在冲积层带并无岩丘露出,这也就意味着这里原来就是低夷之所。因此原来的分水岭应在铁岭附近。

5. 分水岭的成功显然是由新地质构造运动的隆起所引起的,例如在鲁北地方还有甚多的断头河存在。这种隆起的原因可能是由于在这种以辽河流域为主的下沉中对枢轴部份施加了拗曲作用而产生的。从地形来看,分水岭北坡极缓,南坡甚陡,故辽河水系较松花江水系侵蚀较速,这里有无数的刻蚀细谷已深深插入了怀德地区的隆起地带(以上各节见图1)。故目下辽河流域仍在扩张而松花江流域似在收缩。

总之如前所述,辽河对松花江的争夺现象,实际上不外乎是由于渤海继续下沉所引起的;同时我们也不能不想到:黄河在历史上所以几经改道,也可能是由于华北平原与淮河平原在不均衡地地下沉所引起的。

三、辽河两岸山区上升和新地质构造运动的现象

随着辽河平原的下降,两岸山区相对隆起的现象也很显著,例如辽西虹螺山附近(图4)的侵蚀阶地,其高度由10米到30米,阶地1至3级;又在杨家杖子附近的石门岭,海拔高度尽管达400米,比平地高200~300米,但仍然可以看到残余有5米厚的第四纪河床

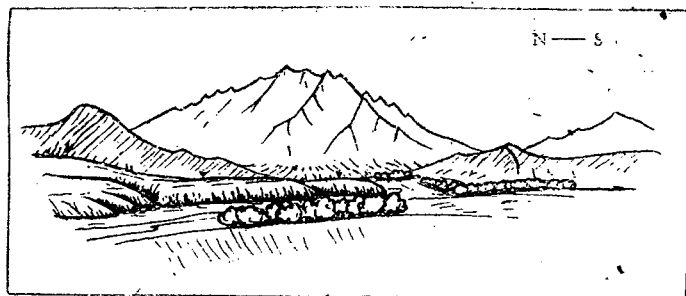


图4 大虹螺附近侵蚀阶地远眺(最高峰900米,河床150米,↓记号为侵蚀阶地)

堆积物。此种现象在辽东山区也甚普遍,例如从鞍山平原至山区大牛岭的直谷,其标高差虽达270米,但在山岭上仍可看到10米厚的河成层(淤土与砾石层的互层),它向平原方向倾伏了30°,可见其隆起之甚(图2)。此外在西鞍山也见有阶地地形。

这些隆起与下沉现象,实际上也是第三纪时的块断构造断裂的延续,其影响范围远及辽河两岸山区,故较近山区水系的断裂大部呈东北方向(燕山运动方向),辽东湯崗子、熊岳和辽西兴城一带的矿泉也是在此断裂复活中湧出的。

形成湯崗子温泉的构造线是北起日暮山;南經东、西鞍山之間,是一个沿千山河发育的断裂带,矿泉活动地点是在出露花岗岩丘陵中之凹下地方,經钻探证明此低凹处的土层深达20 余米,这显然是构造断裂地方。

倪台矿泉位于山边河床,自冲积层下湧出的水量很大,除了通过大构造断层之外,在矿泉附近的山麓中还可看到断續的由此新地质构造运动而生成的三角面(图5)。

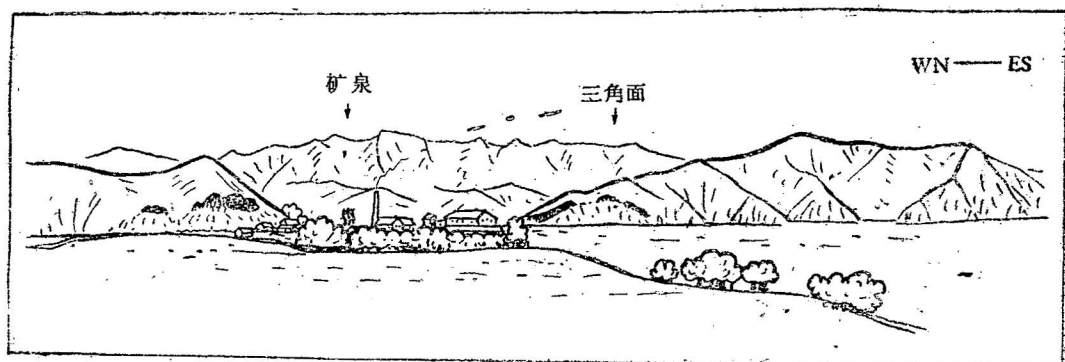


图5 倪台矿泉远望,注意图中断层崖及山坡上的三角面,有
|||处为矿泉湧出处,矿泉距断层約 100 米

湯河矿泉同倪台同矿泉一样,是自冲积层下湧出的,如(图2)中的小图所示,大断裂带显然是从矿泉附近通过的。

除了矿泉的活动之外,还可看到局部地盘上昇的现象,例如湯崗子附近的水系,本来是应当受山系方向的控制自东向西流出的(如图2点线位置),但因受到湯崗子至西鞍山一带的新期隆起的影响,这些水系不得不放棄原来的河道,而汇流于北流的千山河,一直到它經過东、西鞍山之后才恢复正常而西流。

这种下沉边缘带的局部上昇原因,目前还不清楚,很可能是在拗曲作用下产生的小块上昇。

四、鞍山区的冰川遺跡

冰川现象是陆地曾經上昇的标志,馬廷英研究第三纪末以来的地壳构造运动幕中之上昇运动时曾认为这种运动与冰期有关^[4],因此鞍山区冰川遺跡的发现,说明这里在第四纪普遍下沉之前曾有一度普遍上昇运动;西鞍山的冰川平台在未被第四纪辽河冲积层复盖以前曾遭受到强烈的侵蚀,这一现象说明鞍山区的冰川很可能是第三纪末的产物,在第四纪初期,整个地盘才开始普遍下降。此时山峯退出雪线;同时在上昇运动中就已初步形成了的辽河沉降带则在遭受侵蚀的情形向下沉降,而且当下降程度低到海面以下时才免于侵蚀而复盖了大量泥、沙。特别是在冰川解冻后,由于气候湿润多雨,雨水把大量的冰川細泥运往低夷的沉降地带,这为辽河平原肥沃土地的淤积創造了良好条件。

茲將本區的冰川遺跡分別敘述如下：

(1) 冰斗和鱗脊峯 此種山峯在鞍山附近的千山風景區頗為顯著，高度起伏在500～600米之間，呈明顯或不甚明顯的角峯和鱗脊峯的冰川地形，當這種山峯環列成為馬蹄形時，冰斗地形就更為明顯(圖版 I 圖 1)。冰斗的底槽雖然由於遭受到強烈的侵蝕，加深得並不明顯，但幽谷及鱗脊殘余之狀還到處可見。

(2) 冰窖 冰窖地形甚多，不過它們大部分都由於后期刻蝕加深而失掉了原有U形的谷底，然而在丁香峪山谷里，不但保留有冰窖所特有的U形谷，而且在谷口處還堆有20米厚的泥礫。礫石一般為角礫狀，亦偶有渾圓并經磨蝕作用而呈凹面者，塊度10～45毫米，并無分級沉積之狀，含泥較細，時有砂粒(圖 6)。這種冰窖如平行排列時，則地形等值綫

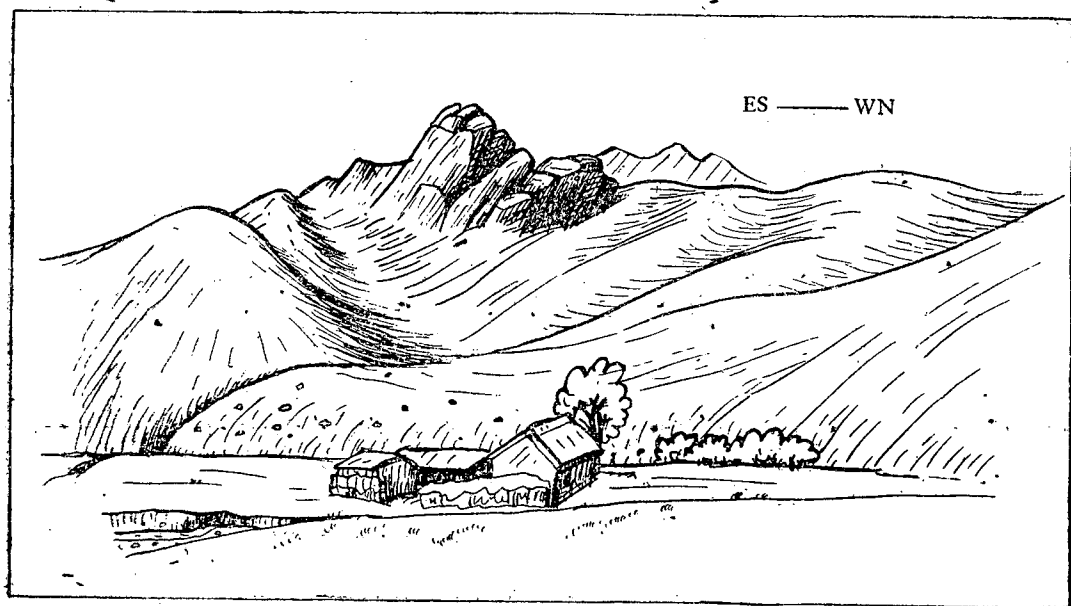


圖 6 千山丁香峪，泥礫堆積高度高出河面15米，注意圖中冰窖地形

呈倒波狀曲綫(圖 7 之 I)與一般侵蝕地形等值綫呈正波形者不同(如圖 7 之 II)，在眼前山南面即有此種現象。

(3) 冰蝕崖 在千山山谷之中，有很多懸崖，崖壁每見有冰石滑下痕跡，呈冰箕狀(圖版 I 圖 4)。又在龍泉寺的“鎮山寶杆”石柱下的巨岩(位於海拔350米的山腹)，如圖 8 中

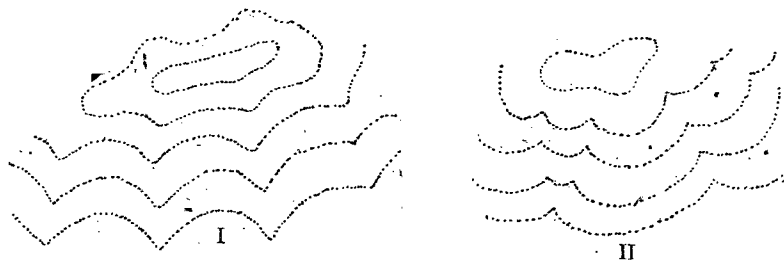


圖 7 地形等值綫圖

I. 冰蝕地形等值綫

II. 一般地形等值綫

所示,是一个由 A、B、C 三个面所构成的巨岩, A 面中间突起如羊背状,为最初之面,换言之这一面是在冰石流过时刨磨成功的; B 面较陡并向外侧倾斜 80° ,与 A 面相交构成稜线,它显然是在冰川稍行消落之际,经侧傍流过之冰石磨蚀而成的; C 面则更陡,约 90° 或微向内部凹入,它是在冰位再度下降时刨蚀而成的,此面与 B 面亦有明显的接触稜线。

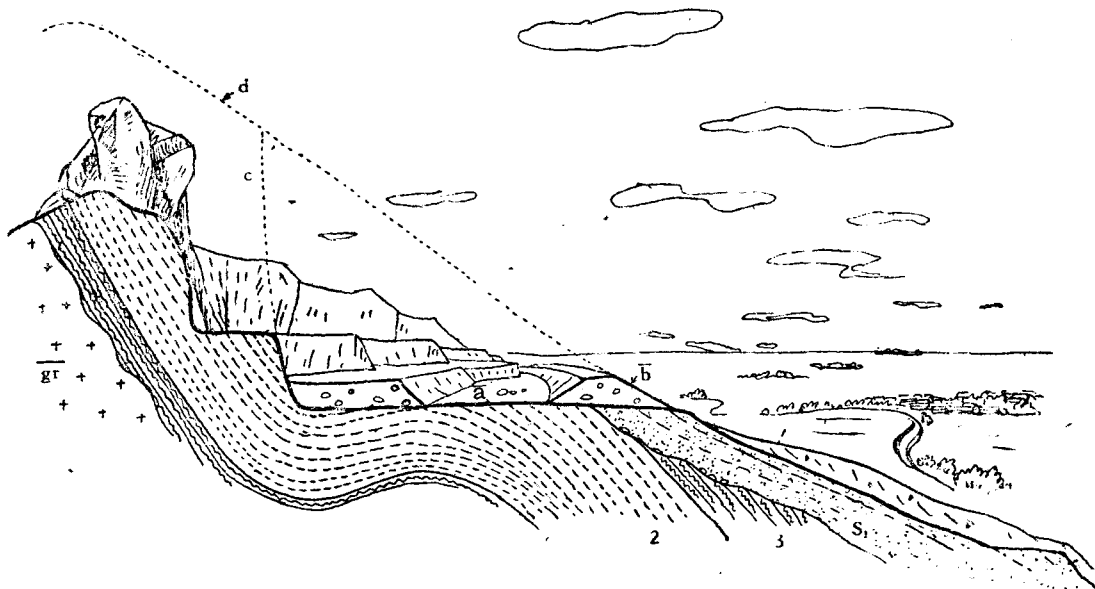


图 8 西鞍山冰川平台剖面示意图

a——平台面(主要为铁石英岩); b——泥砾; c——谷壁; d——原来山坡线;
gr——混合岩(花岗岩); Si——鲛鱼台统石英岩

(4) 冰蚀平台 在西鞍山采矿剥离之际,发现了被山坡堆积物所埋藏的冰蚀平台,平台之上为红色细泥,花岗岩砂及圆砾、角砾(还有凹面砾)所组成的泥砾层所复盖。平台之底甚平,为坚硬的铁石英岩及震旦系石英岩所构成。河床甚缓微向西倾,与现今河流方向一致,床面色黑而光滑,如图版 I 图 3 所示呈显著之凹面形的刨蚀面而与一般河水作用不同。平台南岸虽然已破坏,就残壁与平台所构成的位置关系来看(见图 8 之 a 及 c 线)显然是很陡的。平台北岸部分,早为以后时期的强烈侵蚀而缺失了。

(5) 溢口 溢口形状,如图版 I 图 3 所示。樱桃园一带的铁石英岩露头一方面好象屏障般巍然耸立着,一方面随处又可见有突破此露头的缺口,这些缺口由于当时相互间的争夺,有的被遗于山腹(图中有↓记号者),有的继续冲蚀成为现今河流(图中有×记号者)。在前者的缺口处,发现有深达 10 米的泥砾,其组成成份除了有 30% 的红泥之外,还含有很多参差不齐的角砾,也偶见有亚圆砾,与一般河砾沉积状态迥异。值得注意的是在此坚硬的铁石英岩的谷壁上,可以看到甚为光滑的磨面与西鞍山平台面完全相同,故知这些缺口实际是当时冰石溢流之处。

(6) 漂石 在冲积世时,山谷多为溺谷所没,因而漂石多被淤土所掩盖而不多见,但在千山沟谷和山坡之处尚可看到 2 米—10 米的巨大漂石,有呈龟背状者(图版 I 图 5),有呈馒头状或浑圆状者。它们的特点是:有的表面尚残余有刨蚀凹面;有的尽管顶面是圆形

的,但底面則較平;并見有在滑走中所产生的波形槽,此点既非球状风化,也絕非流水作用所能形成。图版 I 图 4 所示的这种漂石,有的則象巨龟一样停留在峭壁上。小型的漂石有的也呈凹面,在山地河谷,甚至在太子河下游土层中均可見到,如图版 I 图 6 中所示的凹面石,是在大牛岭看到的。

以上乃是敘述冰川証据的一方面,但遺憾的是至今还未发现标准的冰川擦痕石,另一方面在太子河下游的井探中大都是一些圓砾。然而这些現象尚不能看作是主要的矛盾。这可能是由于本区最后出露的岩石大部是結粒的花崗岩及堅硬的石英岩类,前者易于风化脫落外皮,后者質地堅硬不易留下痕迹,所留痕迹也可能在以后长久滚磨中消失了。

五、鞍山区地質概要和上昇高度的回归性

鞍山地区的地层較全,特別是有寒武紀以前的震旦系、滹沱系(临江系^[1])、五台系(鞍山系^[2])三大套老地层及古生代、中生代等較新地层(图 2),茲将鞍山区地层列成下表:

表 1

时 代	沉 积 物 或 岩 层 种 类	厚 度	分 布 地 方
第 四 紀	粘土、砾、砂	60~150米	在平原地区
上 白 堊 紀 ?	紫紅色鈣质砂岩、凝灰质砂岩頁岩	330米	在郑台村、小张郎平原 ^[6]
二 迭 石 炭 紀	鈣质砂岩、頁岩、夾炭质頁岩	230米	在郑台村平原 ^[6]
寒 武 陶 奥 紀	黑色石灰岩、下部紫紅色頁岩	135米	平原、山区、山边
震 旦 紀	砂质頁岩、紫紅色頁岩、白色石英岩	300米	平原、山区、山边
前震旦紀滹沱系	凝灰质頁岩、砂岩、白云岩、千枚岩、基底砾岩	1445米	山区 ^[8,2]
前震旦紀五台系	石英綠泥片岩、鉄石英岩、千枚岩	1070米	山区

又如图 2 所示,由于山区处在上昇阶段,平原处在下沉阶段,这样就使地盤向西北傾伏,故在平原之下潛伏有自寒武紀到白堊紀的新地层;而在山区边缘則部分露出有震旦紀到寒武志留紀地层;在山区深部則均为前震旦紀的变质岩和花崗岩的基磐了。然而在此古老基磐的范围中,尚見有因燕山运动期的构造拘陷而保留下来的狭长古生代的盖层,可見鞍山附近的山区原来是与太子河、辽河連系在一起的沉降带,盖层遭到剝蝕,主要发生在燕山运动以后。

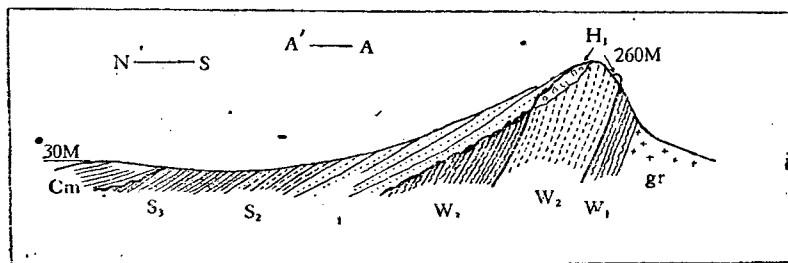


图 9 图 2 中东鞍山 A—A' 剖面示意图

Cm——寒武系下部; S₃——震旦系桥头統; S₂——震旦系南芬統; H₁——滹沱系(砾岩); S₁——震旦系釣魚台統; W₃——五台系上部; W₂——五台系鉄石英岩层; W₁——五台系下部; gr——混合岩(花崗岩)。

如表 2 所示,属于辽东一部分的鞍山地区地层,基本上与辽西的沉积单元相似,特别是在新第三纪时,由于它们同处在显著的上昇状态,故不但没有新第三纪沉积,而且已有的老第三纪地层(如撫順层等)也被侵蝕殆尽。因此辽河平原的显著下沉主要是在新第三纪末期以后发生,它与渤海的下沉是連系在一起的。

表 2 太子河流域、鞍山地区、辽西地区地层对比

太子河 [△] (王鈺等)			鞍 山	太 子 河 下 游	辽西虹螺山附近 [×] (王之田等)			
第三紀?	林 家 統	110 ^M	^M	^M	第三紀?	柴家統 [△]	50 ^M 以上	只見基底砾岩层
上白堊紀	大 峪 統	550	*330以上	?	白 堊 侏 羅 紀			
下白堊紀	大明山統	640				上部火山岩系	1605	有流紋岩、粗面岩流出
上侏罗紀	三 箇 統	150				下部火山岩系	2240	安山岩及安山集块岩、 夾砂頁岩
中侏罗紀	大 堡 統	350						
下侏罗紀	长 梁 統	200						
三 迭 紀					二、三迭紀			砂岩为主, 夾泥質頁岩 及煤层二层
上二迭紀	采 家 統	490	*230以上	?			660	
下二迭紀	柳 塘 統	230		□170				
上石炭紀	黃 旗 統	80	不明	□70	上、中石炭紀		230	砂岩、泥質頁岩、炭質頁 岩、煤层、中上部夾石灰 岩透鏡体
下石炭紀	本 溪 統	300		□120				
中奥陶紀	馬家沟統	350	不明	□140	中 下 奥 陶 紀		450	厚层石灰岩
下奥陶紀	亮甲山統	100						
	冶 里 統	120						
上寒武紀	凤 山 統	100	不明	□320	寒 武 紀		60	泥質灰岩、竹叶状灰岩
	长 山 統	35						
	箇 山 統	20						
中寒武紀	张 夏 統	350	不明	350			260	鲕状石灰岩、厚层石灰岩
下寒武紀	石 桥 层	30	135	250			500	紫色頁岩夾石灰岩透鏡 体
	饅 头 层	300						灰色灰岩、砾岩、砂岩
震 旦 紀	康 家 統	200	50		震 旦 紀	燧石石灰岩系	2430	燧石石灰岩、夾有二层 石英岩、板岩
	桥 头 統	100	120					
	南 芬 統	80	30			石英岩系	600	石英岩为主、夾砾岩、板 岩
	釣魚台統	80	150					
前震旦紀	(临江系)	3650	1445 ^[2]		前 震 旦 紀	云母片岩		在片状花崗岩中的包体
	溥 沱 系 (鞍山系) 五 台 系	2500 以上	1070					

△ 筆者 1955 年在虹螺山附近柴家屯錳矿区发现

* 依地質部沈阳地質局站探檢状图

□ 在撫台煤矿附近

× 据冶金工业部沈阳地質局普查資料

△ 按李四光著中国地質学一书的附表,但康家統厚度筆者加入的

值得說明的是,在此次大規模的第三紀上升与侵蝕下,鞍山区的东、西鞍山及櫻桃園一帶的盖层大部分为遭受剝蝕而露出了五台系的鉄石英岩的露头(即鞍山式鉄矿),特別引起我們注意的是在鉄石英岩露头上尚殘留有3~10米的滄沱系基底砾岩体,它以不整合的关系复盖在鉄石英岩的露头上,同时在此殘余砾岩体之上又复盖有震旦系的基底砾岩,这种現象說明現今的侵蝕高度和震旦紀、滄沱紀时的高度几乎是完全重合(見图9)而具有回归性。

滄沱系基底砾岩与震旦系基底砾岩显然不同,前者变质較深而致密,砾石以角砾为主,胶結物为細泥質,有鉄分滲杂其間并有綠泥石化現象。但震旦系基底砾岩变质甚浅,其中含有粗松状的砂粒,砾石以圓砾为主,胶結物为砂質,个别地方有褐鉄矿胶結体,砾石层一般較滄沱系为薄,約1~2米,故两个不同时代的底砾岩甚易鑑別。

六、結 語

(1) 按出露在辽东辽西山区和潛伏在辽河平原下的地层单元和沉积厚度来看,平原低地与山区高地的分异早在第三紀全盤上升阶段就已开始,并繼續发生于第四紀的全盤下沉阶段,但它們之間的垂直运动不是相对的,而是由于同向运动中的不同速度差所引起的,这一点为全部辽东海岸的下沉(包括平原、山区)現象所証明。

(2) 辽河沉降起因于渤海凹陷所引起的块断性运动,此种运动往往又因循古期块断断裂系統中的复活帶而呈现出各种新地質构造运动。这些現象为水利工程、大地測量等工作所必須考虑的。

(3) 鞍山区冰川的发现,証明第三紀的上升高度是很可觀的,但就目前冰川地形的保留程度以及它被复盖的情况看来,冰川时期很可能是发生在第三紀末。

(4) 第三紀上升中所引起的侵蝕高度,和震旦系、滄沱系的夷平高度相重合的現象,証明地壳的垂直运动是有回归性的。按 B.B. 別洛烏索夫的意見:大的构造旋迴是地球构造发展史的基本里程碑,这种旋迴在地球年龄的 30 亿年中約共有 20 个^[8],因此除了已知寒武紀后的三个大旋迴之外,在鞍山区还可看到寒武紀以前的旋迴現象。

参 考 文 献

- [1] 常隆庆、楊鴻达,1956:中国地質学。地質出版社 1956 年版。
- [2] 馮樹勛,1956:胡家庙子及羊草庄附近平原地区的地質构造(未刊稿)。
- [3] 罗耀星,1957:东北南部前寒武紀的几个地質問題提綱。地質学会会訊 11 期。
- [4] 夏樹茅,1956:新地質构造特征与研究方法。地質专輯。第 3 号。
- [5] 李春昱、沈其韓,1950:鞍山櫻桃園至眼前山鉄矿調查报告(內部資料)。
- [6] 地質部沈阳地質局,1957:郑台村及小张耶村平原鉆孔柱状图(內部資料)。
- [7] 今村善乡,1941:鞍山市附近地質构造。伪地質調查彙报。
- [8] B. B. 別洛烏索夫:大地构造学基本問題。地質出版社 1957 年出版。

THE SUBSIDENCE OF THE LIAHO VALLEY WITH REFERENCE TO THE VERTICAL TECTONIC MOVEMENT OF THE ANSHAN REGION

LEE HUNG-YEH

Abstract

The subsidence of the Liah Valley is testified in the following manners:—

1. Comparing the various features of the sedimentary units exposed along the hilly region to the west of Liah Valley and those buried under the Liah Basin, such difference in quality and quantity of sedimentation between these two areas can be readily revealed to have been initiated since the general upheaval in the Tertiary and the conspicuous general subsidence in the Quaternary. The vertical tectonic movements between these two areas are relatively different in magnitude.
2. The subsidence of the Liah Valley is mainly caused by the block-fault movement taking place along the Po Gulf lying between the Shantung and the Liaotung Peninsula.
3. The occurrence of the activities of glaciation in the late Tertiary along the Anshan region gives evidence for the conspicuous uplift in that period. The effects of glaciation have since been more or less obliterated or submerged by the Quaternary activities.
4. The peneplain resulted in the Tertiary uplift more or less similar to those peneplains formed in the Sinian and the Pre-Sinian (Shown in Table 2), a fact testifies the statement made by Belowusob. "the tectonic cyclic revolution in the mile-post of the historical development of Earth's tectonics".



圖 1 自千山龍泉寺的南部遠望，圖示山間的冰斗地形



圖 2 西鞍山冰川平台（河床是鐵石英岩；礫石與石英岩；溝紋向東西方向，即向錘柄方向流動）

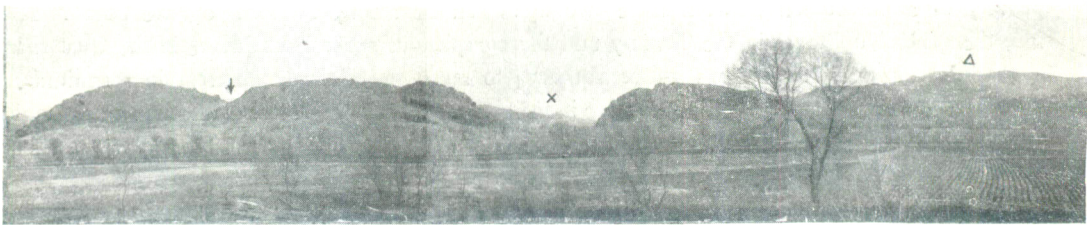


圖 3 自南面望櫻桃園礦區（王家堡子）
↓——溢口， X——現代河流； Δ——冰斗地形遺跡



圖 5 千山龍泉寺的漂石（漂石底面有當時滑走溝紋）



圖 4 千山龍泉寺懸崖，崖上是一塊巨大漂石



圖 6 大牛嶺的凹面石