

我国台湾变质相图

由陈肇夏、朱汝祖(台湾中央地质调查所)编制、由他们和刘忠光(J. G. Lion, Stanford University)、恩斯特(W. G. Ernst, University of California, Los Angeles)编写说明的《台湾变质相图》已于1983年8月出版。该图是为了配合世界变质相图编辑计划而编制的,曾得到美国国家科学基金会(NSF)的资助。由台湾中央地质调查所负责,台湾大学地质研究所、台湾工业技术研究院矿业研究所等单位地质学家参加工作。鉴于该图具较高学术水平,又是我国变质相图的重要组成部分,特介绍如下。

资料准备

在编图过程中还进行了一些地质研究。1:50万《台湾变质相图》是依据近三十年、尤其是七十年代以来的变质地质研究资料而编制的。92篇参考文献中,七十年代以来的有70篇,这些文献大体可归纳为以下10个方面:(1)基底杂岩的地层、岩性,基底杂岩之片麻岩、角闪岩、大理岩及变质基性和岩超基性岩;(2)基底杂岩的造岩矿物;(3)变质构造和变形;(4)蓝片岩和双变质带;(5)变质岩年代学;(6)东台湾蛇绿岩变质作用;(7)地球化学与同位素研究;(8)大南澳片岩矿物化学;(9)变质级与台湾变质相图;(10)造山运动、变质作用与大地构造。

岩石构造分区

作为亚洲东部环太平洋岛弧链的一环,台湾本岛由晚古生代至中生代变质杂岩基底及不整合其上的新生代地层所组成。根据地质地貌特征,可将台湾岛划分为五个地质区(图1):

(1)海岸山脉;(2)中央山脉;(3)雪山山脉;(4)西部山麓带;(5)西部海岸平原。其中,第一区(I)含新第三纪吕宋火山弧与有关沉积物以及吕宋海槽前弧海盆沉积物,它是吕宋弧、沟、盆向北的延伸。第二区(II+III)则以新生代前之亚洲大陆地壳为主,它包括了晚古生代、早中生代期间亚洲东缘冒地槽(Miogeosynclinal)堆积的砂岩、页岩、石灰岩、玄武岩(经过一次重要的动热变质形成了大南澳基底杂岩)以及其上所覆的被动大陆边缘堆积与再沉积岩石。这些岩石在上更新世期间,海岸山脉与中国大陆陆缘地壳碰撞时,由于大陆斜坡上的新生代地层断裂成叠瓦状,向西逆冲,导致温压升高,使基底及其上覆岩石有重结晶。而第三区(IV)与第四区(V)由叠瓦状新生代沉积层及少量基性火山岩组成。

台湾地区的造山运动有两次与板块活动有关,它导致不同岩石的生成。一为晚中生代发生于第三纪基底(大南澳片岩)内的多阶段南澳运动,代表台湾中生代一个陆(山)弧构造系统。另一为上更新世的莲东运动,代表台湾新生代一个陆(山)弧构造系统。大致发生于中生代早期至晚期的南澳造山运动是产生台湾东部欧亚大陆板块上前第三纪变质杂岩基底的主要地壳运动,虽缺乏同位素地质年龄资料但也可细分为三期不同的运动:最早一期是中生代初期(?)的褶皱、断层与角闪岩相变质作用;第二期可能发生于

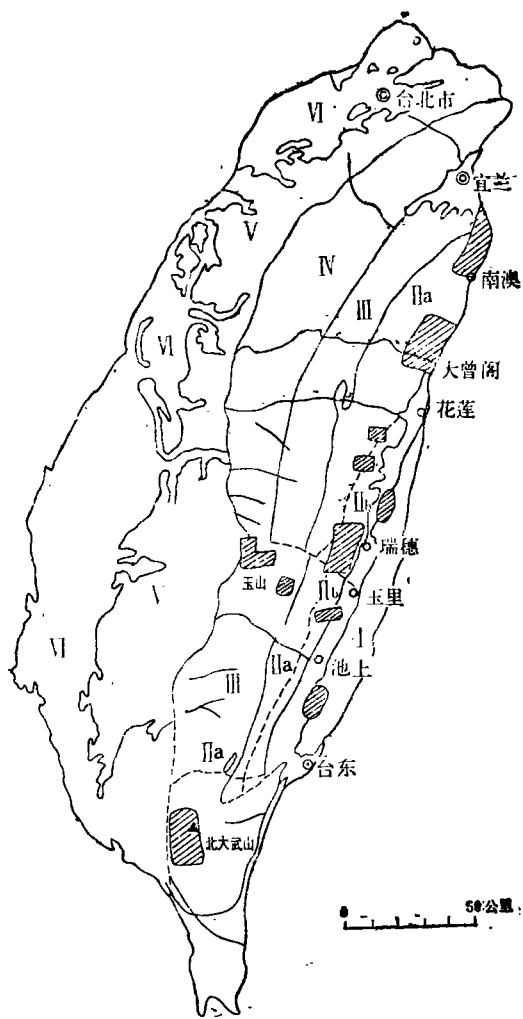


图 1 台湾岩石构造分区及变质相

I—海岸山脉；II+III—中央山脉，即基底杂岩；其中IIa为太鲁阁带，IIb为玉里带；IV—雪山山脉；V—西部山麓带；VI—西部海岸平原

绿色片岩相组、角闪岩+绿帘石—角闪岩相组、二辉石相组。每一变质相组可分低、中、高三种压力范围，由各变质相组的低压部分组合成低压变质相系，中压部分组合成中压变质相系，高压部分组合成高压变质相系，这也是Miyashiro (1961) 的低压型、中压型和高压型变质相系(图2)。这些变质相系之差别是由于地温梯度不同所造成，而地温梯度的差异正反映变质结晶的构造环境。一般说来，高压变质相系地温梯度多在15—18°C/Km以下，低压变质相系则大于40°C/Km，中压相系在两者之间，它们分别是板块消减带、浅成侵入岩体活动地热区和海洋分裂中心及有关造山带的特征地热梯度范围。

(二) 特征矿物、连生矿物与常见矿物

根据Zwart等1967年依各变质相组岩石与变质矿物的关系列出了表1。我国台湾地质学家注意到，用特征矿物和常见矿物推定其变质相时，依据矿物组合较单一矿物所得结论可靠。

中生代中期至后期(?)，有钙碱火成岩侵入及变形作用，再因热力升高而造成高级角闪岩相之变质作用，第三期运动又发生再结晶与变形作用，可能生成在中生代末或白垩纪晚期，产生绿色片岩相变质。在造成前第三纪大南澳片岩的南澳运动以后，发育第三纪地槽盆地(地向斜)，导致第三纪早期至中新世海侵，后经新生代晚期造山运动，就形成了中央山脉脊梁和雪山山脉的板岩系。在中新世与渐新世之间，板岩系中的明显化石间断，代表了与大南澳基底片岩中产生晚新生代蓝片岩/绿片岩变质作用有关的造山运动。

引发台湾全岛地层变形、变质及大部分地区上升的上更新世蓬莱运动，则代表更新世时亚州大陆吕宋岛弧之碰撞的结果，台湾岛北部大屯火山弧的出现正是这一碰撞的记录。这一运动最早发生于台湾北部，以后逐渐向南延伸，直至菲律宾。时代自中新世开始，经上新世、更新世，直至现代。

变质相的划分

对于变质相的划分，我国台湾的地质学家考虑了这样的问题：不同成分的岩石，只要在相同的温度与压力条件下生成，均属于同一变质相。在平衡条件下共生矿物的不同则表明岩石成分不同而已。当然，单一矿物组成的岩石如燧石、石灰岩、白云岩等即使在相同的变质条件下也未必有可确定变质相的特征矿物，而且由于变质过程中液体成分的差别引起了干扰，使变质相的确定产生问题。尽管如此，他们还是根据茨瓦特(Zwart, 1969)等提出的建议进行了划分。即：

(一) 变质相组(群, Facies Group)与变质相系

根据不同变质温度范围划出的变质相组如图2所示。自低温至高温共分浊沸石+葡萄石—绿帘石相组、

表 1 矿物及其组合与变质相组的关系 (Zwart, 1967)

特征矿物及其组合	违禁矿物及其组合	常见矿物及其组合	备 注
浊沸石 + 葡萄石—绿纤石相组			
浊沸石 + 石英 葡萄石 + 绿纤石	叶腊石、方沸石 + 石英 + 片沸石	绿泥石类、皂石、白云石 + 石英 + 铁白云石 + 石英、高岭石、蒙脱石、钠长石、钾长石、白云母	葡萄石—绿纤石相可能含绿帘石，榴石类矿物可能存在
绿色片岩相组			
	十字石、红柱石、堇青石、斜长石 $An > 10$ 、浊沸石 + 石英、葡萄石 + 绿纤石	绿帘石、绿泥石、硬绿泥石、钠长石、白云母、方解石、白云石、阳起石、滑石、榴石	
	低压与中压绿色片岩相		
	蓝晶石、角闪石、低锰铁铝榴石、蓝闪石、青铝闪石、硬柱石、硬玉 + 石英、霏石		黑云母可能存在；黑硬绿泥石多限于中压绿色片岩相
	高压绿色片岩(蓝闪石)相		
蓝闪石、铁铝榴石、硬柱石、霏石、硬玉、石英		蓝闪石、黑硬绿泥石、绿纤石	冻蓝闪石可能产于本相最高温部分
角闪岩 + 绿帘石—角闪岩相组			
十字石	斜方辉石 + 单斜辉石、阳起石、钙长石 + 石英、蓝闪石	角闪石、斜长石、石榴子石、黑云母、白云母、钾长石、金红石、方解石、白云石、方柱石	十字石亦产在低压变质相系
	低压角闪岩相		
红柱石 + 十字石、堇青石 + 斜方辉石、角闪石	蓝晶石	红柱石、堇青石、矽线石、斜方闪石、镁铁闪石	十字石可能存在，镁铁锰铝榴石在最低压部分极少见
	中压及高压角闪岩相		
蓝晶石 + 十字石	红柱石		矽线石限于中压角闪岩相
二辉石相组			
斜方辉石 + 单斜辉石	十字石、斜方闪石、白云母、绿帘石、黝帘石	紫苏辉石、单斜辉石、石榴子石、堇青石、斜长石 $An > 100$ 、钾长石、矽线石、黑云母、方柱石、方解石、白云石、金红石	蓝晶石产在本相比较高压部分，低压分可能存在角闪部石、方镁石、硅灰石
榴辉岩 (用特殊符号)			
铁镁铝榴石 + 钠质单斜辉石	斜长石	石榴子石 + 钠质单斜辉石 + 金红石	榴辉岩可被认为是一种岩石而非变质相，可含有橄榄石、蓝晶石、石英、斜方辉石、角闪石、黝帘石等矿物

变质相的分布

台湾主要变质岩区分布在中央山脉。山脉东翼是以前新生代基底为主的大南澳片岩。大南澳片岩分东西两带：玉里带和太鲁阁带。玉里带由单一的前新生代混杂体 (monotonous melange of pre-Cenozoic) 组成，这些混杂块体是大洋性的泥质片岩、基性及超基性片岩，局部含蓝闪片岩，但没有灰岩、燧石及花岗岩。太鲁阁带由晚古生代至早中生代泥质片岩、石英长石质片麻岩、地台型石灰岩 (内夹基性凝灰质变质沉积岩)、绿色片岩与角闪岩组成。中生代，该变质带之北部有花岗岩侵入。玉里带和太鲁阁带以寿丰断裂为界。

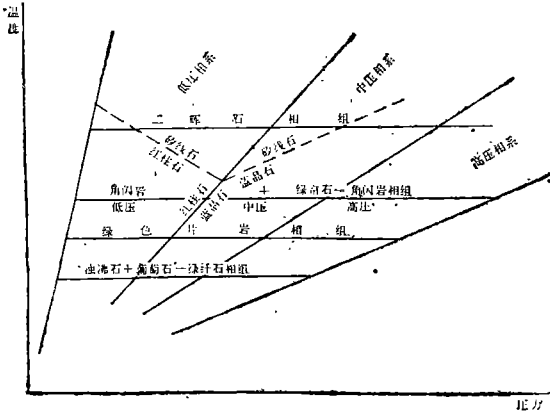


图 2 变质相组和变质相系的划分
(依据 Zwart, 1967)

中央山脉西翼和雪山山脉之全部，由泥板岩、板岩和石英岩等较年轻的低变质级岩石组成，还夹少量基性喷出岩。上新世期间，吕宋火山岛弧与亚洲大陆碰撞时，新生代地层与大南澳基底杂岩均发生了重结晶。刘忠光 (1981) 指出，自西部山麓带的沸石化与绿泥石化至太鲁阁带的含黑云母片岩与片麻岩，其变质级有向东递进变质的现象。在此期间，无论其基底还是上覆地层均同时变形 (沙培等, 1976; 史丹利, 1981)，因此变质带未明显间断 (Ernst 未出版)。根据刘忠光作出的台湾北部变质相分布图 (图 3)，其变质相界线约略平行于二相邻岩石构造带之间的界线，似可说明再结晶作用推移至变形以后一段时间才停止。并且，变形现象涉及上新世甚至更新世岩石，说明变质作用发生在上新更新世。台湾北部变质相分布图作为编制台湾全区变质相图提供了可靠资料。

由我国台湾变质相图 (图 4)，自东向西至少可划分五个变质相组：(1) 基底杂岩的高变质级角闪岩相组；(2) 基底杂岩的多次变质绿片岩相组；(3) 板岩地层的绿色片岩相组；(4) 泥页岩与板岩带的葡萄石—绿纤石相组；(5) 西部山麓带的成岩作用 (diagenetic) 和沸石相 (包括泥页岩带边缘的过渡带)。其中，基底岩石 (1) 和 (2) 变质相组至少发生两次再结晶，而第二次结晶可与 (3)、(4)、(5) 相组同时 (上新更新世) 变质。该晚新生代变质作用也有自东向西减弱的特征。

(一) 基底杂岩角闪岩相组

1. 玉里带的绿帘石角闪岩及蛇纹岩 主要由变质泥质岩、基性绿色片岩和蛇绿岩组成。变质辉长岩、角闪岩、蓝片岩局部产出，它周围都有剪切破碎或断层，与海洋地壳关系密切，属于绿色片岩相。玉里带混杂体内的构造岩块。与蛇绿岩共生的原岩为基性岩石的含锰铝石榴子石蓝闪石片岩和绿帘角闪片岩可在瑞穗地区的大构造岩块中见到。这说明，玉

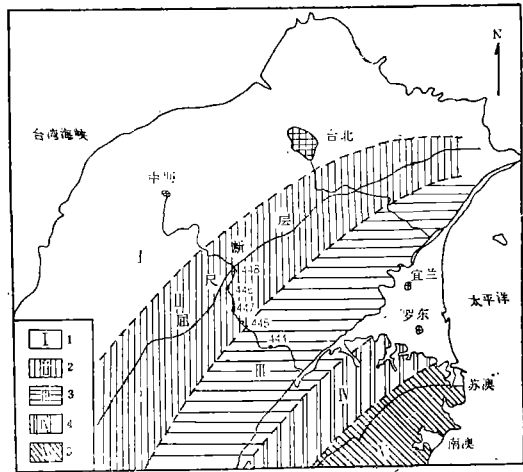


图 3 台湾北部变质相图

1—未变质；2—沸石相；3—葡萄石—绿纤石相；
4—低绿色片岩相；5—高绿色片岩相

(据刘忠光, 1981)

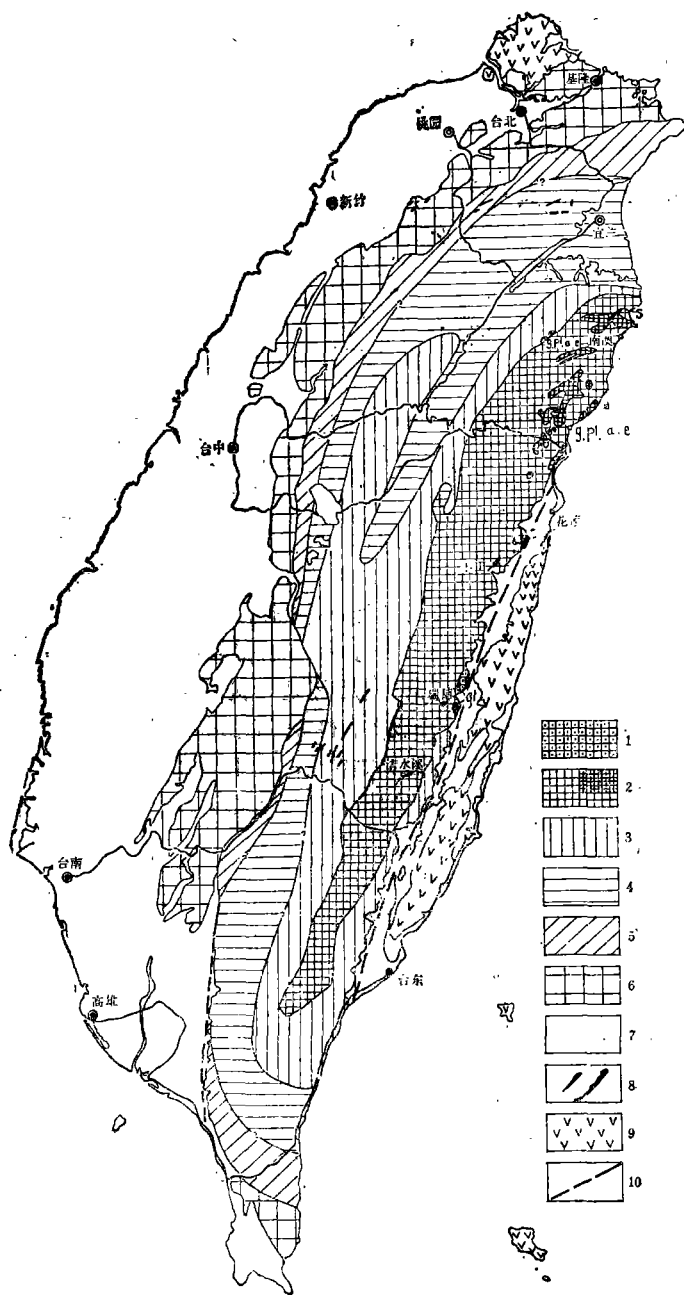


图 4 我国台湾变质相分布图

1—绿色片岩相及其高压绿色片岩叠加在角闪岩相之上；2—绿色片岩相组叠加在绿色片岩相组和角闪岩相组之上(古生代沉积岩、火成岩于中生代及上新更新世变质)；3—绿色片岩相组(始新世及中新世板岩和变质砂岩)；4—葡萄石-绿纤石相组(始新世及中新世板岩和变质砂岩)；5—介于葡萄石-绿纤石相组和未变质中新世砂页岩之间的过渡带(沸石相?)；6—中新世至上新世未变质有褶皱之砂页岩；7—上新世至现代未变质沉积岩；8—蛇纹岩及变质超基性岩；9—安山岩、玄武岩、辉绿岩及火山碎屑岩；10—断层

矿物：a—角闪石；g—石榴子石；gl—蓝闪石；
e—绿帘石；pl—斜长石；s—砂线石；

里地区产生高压低温变质时，在西侧的太鲁阁带有与中生代含花岗岩类有关的变质作用进行。

变质蛇纹岩与富锰的变质沉积岩矿物共生次序如表2。根据矿物共生组合、角闪石的环带和成分变化，岩石结构和野外产出，并依有限的年龄数据，可认为岩石经历三次重结晶：（1）前新生代绿帘石角闪岩相变质；（2）新生代蓝片岩／绿片岩相变质；（3）上新更新世绿色片岩相变质。第一次变质在8000万年前，产生绿帘石和金红石，变质温度为500℃，压力7至8千巴；第二次变质时代约为800—1400万年前，产生蓝闪石（含锰的变质凝灰岩）和铝阳起石，变质温度为350—450℃，压力5至6千巴；第三次变质发生于上更新世，产生阳起石和其他绿片岩相矿物，变质温度为300—400℃，压力3至4千巴，这一次变质是吕宋火山岛弧与亚洲大陆碰撞的结果。

2. 太鲁阁带的角闪岩与片麻岩体 大部分太鲁阁带曾遭受绿色片岩相变质。在本带北部，特别在苏澳南澳地区，角闪岩、石英长石副片麻岩（quartzofeldspathic paragneisses）与变质花岗岩均显示更高之变质级，甚至局部出现矽线石。

南澳苏澳地区前新生代角闪岩和第三纪地层内的变质辉绿岩、变质玄武岩，矿物共生组合和生成次序如表3。角闪岩及其邻近蛇纹岩透镜体与大理岩、泥质片岩及正副片麻岩共生，花岗岩（同位素地质年龄为 86 ± 5 百万年）导致交换作用和变质级提高，局部产生单斜辉石。推算出来的条件是：前新生代角闪岩相矿物组合在 $600 \pm 50^\circ\text{C}$ 的温度和 $P_{\text{液}} = P_{\text{总}} \div 5\text{kb}$ 压力下生成，花岗岩侵入带来热力作用，温度为 $700 \pm 50^\circ\text{C}$ ，压力 $P_{\text{液}}$ 为5kb。这样的花岗岩类在第三纪沉积作用前（倒退变质？）成正片麻岩；晚新生代再结晶温度为350—475℃，岩压与上述相似或稍低。

在花莲与东澳之间的正副片麻岩零星分布的岩体含有矽线石、钾长石、角闪石、普通辉石与硅灰石，大部分则含典型高级绿片岩相的矿物组合如钠长石、石英、白云母、黑云母、绿帘石、透闪石和榍石等，这说明该地区泥质岩与花岗岩在早期曾遭受中压角闪岩相变质作用，后期则发生绿色片岩相再结晶。

由此可见，南澳苏澳地区可能发生三至四次再结晶：（1）早中生代（？）角闪岩相变质作用；（2）中或晚中生代（？）由花岗岩侵入而发生的高级角闪岩相变质作用；（3）晚白垩世冷却变形造成退变质作用；（4）始新更新世绿色片岩相变质作用。前三次变质可能和亚洲大陆边缘火山／深成岩弧同时生成，第四次变质则可能由于吕宋岛弧与大陆边缘碰撞引起。图4只绘示了第一和第四次变质作用。

（二）基底杂岩的多次变质绿色片岩相组

由泥质片岩、大理岩为主并夹有薄层至厚层变质砂岩（含石英、白云母）、榍石层、绿色片岩的基底杂岩（约占大南澳片岩的80%以上）曾经多次再结晶和强烈变形。变质泥质岩细至中粒，含石英、钠长石、白云母、绿泥石、方解石和石墨等绿色片岩相组合，并有少量榍石、绿帘石和黄铁矿。其中，玉里带以含大量钠长石、石榴子石斑晶为标志；太鲁阁带以富含黑云母为特征。

玉里带变质泥质岩多次变质如表4。很明显，第一次变质生成石榴子石片岩，等二次变质使石榴子石退变为绿泥石，生成钠长石片岩。

基底杂岩中的变质泥质岩、大理岩和变质火山岩在共生矿物间的元素分配、白云母与含碳物质的结晶度、黑云母和钠长石、绿泥石等矿物的化学成分均表明最后一次的绿色片岩相变质作用在其范围内有自西向东增强的趋势；另外，中生代较高变质级矿物出露在太鲁阁带北端。在苏澳南澳地区则常含石榴子石（泥质岩中）；在中部同岩性地层中则含黑云母、绿泥石；南部相同成分岩石仅含绿泥石（无黑云母）及其他绿色片岩相矿物。由此可见，晚新生代变质作用的强度有向南减弱的现象。

（三）第三纪板岩地层绿色片岩相组

新生代地层是指经变质的泥质板岩、细粒千枚岩和变质砂岩，其中含经一次绿片岩相变质作用的少量基性火山岩，该变质火山岩含绿色片岩相的阳起石、绿泥石、绿帘石、石英、榍石、钠长石和方解石，而泥质板岩含再结晶或碎屑性石英、绿泥石、白云母、钠长石、方解石、碳质物、榍石和碎屑性黑云母、电气石、锆石、磷灰石、绿帘石。大约与基底岩石后期变质作用时间相同，它们达到绿色片岩相绿泥石带变

表 2 瑞穗构造岩块的矿物共生次序（据刘忠光等，1981）

时 期 矿 物	白垩纪晚期 绿帘石—角闪岩相	新生代晚期 蓝片岩／绿色片岩相
变质玄武岩类：		
斜长石	钠长石	钠长石
石英		
钙角闪石	冻蓝闪石	阳起石
绿泥石		
石榴子石		
白云母	钠云母	钠云母
绿帘石—斜黧帘石		
金红石		
榍石		
不透明矿物		
富锰变质沉积物：		
斜长石	钠长石	钠长石
石英		
钙角闪石	冻蓝闪石	
钠角闪石		青铝闪石
绿泥石		
黑硬绿泥石		
石榴子石		
白云母	富铝多硅白云母	贫铝多硅白云母
绿帘石—斜黧帘石	Ps 20—22	Ps 27—30
金红石		
榍石		
不透明矿物		
磷灰石		

表 3 南澳—苏澳地区太鲁阁基底杂岩矿物共生次序

时 期 物 矿	中生代早期？ 角闪岩相 变质作用	中生代晚期？ 花岗岩侵入	新生代晚期 绿色片岩相 变质作用
角闪岩类：			
斜长石	An 40—52	An 16—57	An 00—07
石英			
钙角闪石	绿色角闪石	棕色角闪石	阳起石
绿泥石			
黑云母			
石榴子石			
白云母			
单斜辉石			
绿帘石—斜黝帘石	Ps 04—15	Ps 05—14	Ps 15—27
方解石			
金红石	?		
榍石			
钛铁矿			
变质辉绿岩类：			
斜长石			An 01—11
石英			
钙角闪石			阳起石
绿泥石			
黑云母			
白云母			
绿帘石—斜黝帘石			Ps 20—26
方解石			
榍石			
磁铁矿			
黄铁矿			

(据刘忠光等，1981；恩斯特，1981)

表 4 中央山脉地区原地泥质岩矿物共生次序

时 期 矿 物	石榴子石 新生代以前	钠 长 石 上新—更新世
石英		
钠长石		斑状变晶
石榴子石		
绿泥石		
白云母		
绿帘石		
榍石		
石墨		
铁氧化物		
黄铁矿		
碳酸盐		

质条件，只在最东北端上覆地层内，新生成的黑云母显示高绿色片岩相变质条件。

在这一点上目前则还有分歧：一部分地质学家认为，自板岩向东至千枚岩再越过接触带之片岩其变质作用具同时渐变性质，因此在台湾变质相图内未显示基底杂岩和板岩地层的任何变质间断；然而另一些研究者认为，岩石学和构造学证据说明板岩地层只经历一次绿片岩相再结晶，而基底杂岩则经历了两次，因此在变质相图上它们之间应有一构造界线把二者分隔开。

(四) 雪山山脉泥质顶岩与板岩带的葡萄石—绿纤石相组

雪山山脉和中央山脉西翼呈南北向延伸有一由暗灰泥绿质沉积物及碳质砂岩构成的带(最宽30公里)，西界为屈尺断层，东界与前述之板岩层绿色片岩相组接连。它含大量石英砂岩和少量石英岩、石墨质煤(graphitic coal)、火山岩流及火山碎屑岩。由于CO₂的较高活动性，没有生成葡萄石—绿纤石相的含水Ca、Al硅酸盐特征矿物；泥质页岩及砂岩中含绿泥石—伊利石、石英、钠长石、碳质和方解石，它们是最低绿色片岩相可相容的矿物组合。西部山麓带成岩作用—沸石相区至中央山脉的有关温压数据为：西部山麓带为150°C、1—2kb，雪山山脉为260±40°C、2—3kb，中央山脉板岩区为300±50°C、4kb。

由于板岩地区(低绿片岩相)缺乏指示矿物，但普遍含白云母，因此可依该矿物结晶程度来推定台湾中北部的变质相所属及界线。依据是：绿色片岩相岩石内的钾云母(002)面衍射峰半高处宽小于0.20—0.23° 2θ Cu Kα，而(131)面衍射(位于34.5° 2θ Cu Kα)与(202)面衍射峰(位于35° 2θ Cu Kα)二者明显分离；另外绿泥石为一独立相，它的(004)面衍射峰(位于25.2° 2θ Cu Kα)与钾云母(114)面衍射峰(位于25.5° 2θ Cu Kα)也明显分离。沸石相中的钾云母、绿泥石分别与蒙脱石(Smectite)成互层相(interstratified phases)，伊利石/蒙脱石互层相内的伊利石在沸石相变质作用中其含量与温度成正比，依此可研究粘土矿物的转变温度。

(五) 西部山麓带未变质岩石与葡萄石—绿纤石相组间的过渡带

如图3所示,西部山麓带东侧的部分中新世岩层被划作沸石相。西部山麓带的其他部分则是未变质的中新世沉积岩及少量火山岩,它主要是海相、滨海相砂岩,还有少量礁灰岩、薄层煤、凝灰岩透镜体,厚约六公里。下部1.2公里可能已有沸石相再结晶,因为5公里深处的温压应达 150°C 及 $1-2\text{Kb}$,而且上新更上新世岛弧与大陆的碰撞也导致变形及重结晶。西部山麓带东侧被划作沸石相变质的直接证据是:

- (1) 北横公路复兴处中新世玄武岩被碳酸盐、蒙脱石、石英交代。且含少量方沸石、浊沸石;
- (2) 公馆凝灰岩之杏仁体、脉石、被交代的斜长石、火山玻璃屑内有原生的高硅方沸石及其他沸石,这些沸石与蒙脱石、碳酸盐类、石英、褐铁矿共生;
- (3) 中新世煤层自埋深3.5—7公里有递进变质现象。

诚然,如台湾地质学家所指出,划分沸石相和葡萄石-绿纤石相之间界线是极困难的。参照Hoffman Hower (1979) 关于蒙脱石 $\xrightarrow{200^{\circ}\text{C}}$ 伊利石/蒙脱石 $\xrightarrow{260^{\circ}\text{C}}$ 白云母转变温度;而且又推算出了葡萄石-绿纤石相下限温度为 200°C ,它和伊利石/蒙脱石转变成伊利石的温度接近,因此将含伊利石的岩石划作葡萄石-绿纤石相组,将含伊利石/蒙脱石的岩石划作过渡带。由于数据仍缺乏,现台湾变质相图(图4)所示界线仅为概略位置。

必须说明,伊利石/蒙脱石的反应温度受到反应速率的制约,目前尚无温度校正的实验方法。上述说明是依活动地热区对泥质页岩埋深变作用的情况作出的。

变质相图初步解释

根据变质相图,台湾地质学家作出了解释和分析。首先,全区最强烈变质结晶发生于大南澳片岩地带,这与它原先的埋藏较深,生成时代较老有关。其他地段则埋藏深度较小,时代也年轻些。具体说来,浊水溪以北,中央山脉西翼中新世庐山层大多属于葡萄石-绿纤石相,而雪山山脉东南翼(武陵农场南)的佳阳层、达见砂岩、七八重溪层则为绿色片岩相,较其外围地层(始新世至渐新世)变质级高。这说明变质级与地层的新老、埋藏深度有关。台湾中部变质岩区绿色片岩相和葡萄石-绿纤石相的指状交叉现象,则部分地由于变质作用后褶皱、上升与侵蚀作用所致。

就雪山山脉南北方向变质相分布而言,有自北向南增强的现象,这与原岩由北向南变老有关。在雪山山脉南端的和社、东埔,绿色片岩相直接与未变质中新世以上地层相接,暗示该地有一断距较大的断层存在。实际上那儿确有一断距大且左向平移的断层,活动期延至变质作用发生以后。类似情况见于花莲台东之间的纵谷。纵谷东侧是未变质海岸山脉,西侧为绿片岩相大南澳片岩,二者变质级的悬殊差别正是大构造运动造成的:台东纵谷被认为属两个新生代造山带之间的左向平移垂直断裂(Allen, 1962),或者是菲律宾海洋板块与亚洲大陆之间的一条缝合线(蔡义本, 1978)。而苏澳南方板岩的绿色片岩相地层狭窄,是由于大南澳片岩向北逆掩推覆其上,目前,已经发现它们间的构造证据(陈肇夏, 1983)。

雪山山脉和中央山脉上升情况不同。如前所述,前者之南端上升较北端明显,后者之北端上升较南端明显。它们各为一种逆冲运动,从而导致变质级的差别。就我国台湾全岛而论,各地变质级有向大南澳片岩增高的趋势,说明大南澳片岩在构造作用下上升最烈。这是由于菲律宾海板块向西与欧亚大陆的台湾块体相碰撞,导致各种变动与变质(Ernst, 1977)。据近期地震活动资料,目今的菲律宾海板块继续向北潜没到欧亚大陆板块以下,即现今海岸山脉北端继续向北没入花莲以北大南澳片岩下方(蔡义本, 1981)。这正与大南澳片岩上升最高、变质级最大相呼应。顺便提及,台湾部北变质相分布不一定与琉球弧沟系统的潜没活动相联系(刘忠光, 1981),而与欧亚大陆-菲律宾海板块的收敛有关(苏强, 1981; Ernst 1983)。

依据台湾地质学家等研究,台湾南北有不尽相同的缩短现象。尽管由于亚洲大陆和菲律宾海板块的挤

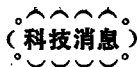
压,在台湾附近的东南—西北方向上每年缩短七厘米(百万年为70公里);然而台湾北部的东方和东北方,菲律宾海板块潜没于琉球岛弧之下,台湾南部外海,菲律宾海板块沿马尼拉海沟骑覆于亚洲板块之上。所以台湾处在两个运动方向相反的潜没系统之间。由于台湾北部较南部底流(underflow)早300—400万年,造成北部较南部有较大的缩短,自上新世起北部台湾被动边缘上的变形已在水平方向上缩短了160至200公里,许多叠瓦状岩块的产出就是其特征。在缩短的范围内,由于板块聚合成地层负荷增加。共生矿物组合反映了这一递进变质现象,向北和向西依次是绿色片岩相,葡萄石—绿纤石相及沸石相;变质级向西减弱,反映亚洲大陆边缘向东潜没于吕宋岛弧之下,大陆基底西部及上覆地层向西逆冲形成叠瓦构造则提高太鲁阁带及其上新世楔形地块内的温度和压力。因此可认为我国台湾的递进变质作用是大陆与岛弧碰撞的直接结果。由于碰撞自北开始再逐渐南移,所以南部台湾的变质级较低,变质带也不太明显。

台湾变质相图和图3,反映了新第三纪大陆和岛弧的碰撞事件,它掩盖或抹去了早期的岩石记录。而太鲁阁带北部较高变质级的基底杂岩正是新第三纪碰撞期间深埋的结果。目前这个地区以5公里/百万年的速率上升,可以想见,我国台湾的北部地区将会看到更深的前新生代基底。

本文主要依据1983年台湾变质相图的资料写出,1984年以后的资料未予归纳。

台湾变质相图的有关资料由美国斯坦福大学(Stanford University)刘忠光(J.G.Lion)教授馈赠,顺表谢忱。

(吴汉泉介绍)



西秦岭碌曲迭部间泥盆纪地层及古生物 研究成果达到国内同学科的先进水平

中国地质科学院《中国泥盆系标准剖面研究》项目之一的《西秦岭碌曲迭部间泥盆纪地层及古生物》研究课题,由地质矿产部西安地质矿产研究所和中国科学院南京地质古生物研究所等五个单位的二十多位科技人员完成,最近经中国地质科学院组织同行专家评审,一致认为达到了国内同学科的先进水平。

西秦岭碌曲、迭部一带,山峦叠嶂,地势险峻,是当年红军长征路经之地,交通闭塞,地质研究程度较低。1981年,他们在过去零散研究的基础上,克服各种困难,系统地测制剖面,采集各种标本,又于室内进了大量的实验鉴定工作,获得了丰富的地层化石和岩石资料。运用多重地层划分的理论方法,进行多学科、多门类综合性的专题研究,划分出泥盆系三个统、九个组,结合发现的一些化石的新属、种,研究了古生物的分布演化规律,建立了各类化石的组合带;首次把该区岩石地层、生物地层的研究与沉积相的研究结合起来,将泥盆系剖面的251个自然层归纳为46个主要岩石类型、45个相段,建立了相序。

这一研究成果共八十多万字,附图版185幅,自成体系,具有重要的理论和实际价值。不仅填补了中国西部泥盆系的空白,为全国泥盆系对比,阐明古地理环境、古生物分区提供了宝贵资料;而且对当前正在进行的秦巴地区第二轮区域地质调查和找矿工作将起到促进作用。

(胡振宗)