

月世界泥巴龜裂的形狀調查

初小組地球科學科第二名

高雄市七賢國民小學

作 者：宋豪麟、莊周穎

蔡松庭、吳東穎

一、研究動機

指導教師：鄭虎夫、蕭玉寶

上學期學校舉行遠足，老師帶我們遊月世界時，看到地上泥巴龜裂成有趣的形狀（有的四方形，有的六角形，也有更複雜的多邊形），回學校後，我們請教老師為什麼會這樣？老師查詢了許多資料後，告訴我們，泥巴因為乾燥，收縮而引起龜裂，這種現象與玄武岩產生柱狀節理的原理一樣，理論上應該形成六邊形的龜狀裂痕；但是我們卻觀察到各種各樣的形狀，所以大家決定做一次有系統的調查。

二、研究目的

- (一)研究泥巴龜裂後的形狀是怎樣的？
- (二)透過野外觀察與室內實驗印證，來學習研究科學的方法。

三、研究器材設備

照像機 1 台、尺 1 支、鷄蛋 60 只、盤子 3 只、亞克力水槽 1 個。

四、研究過程或方法

- (一)調查月世界（小滾水）泥巴龜裂的形狀。
 - (二)調查烏山頂泥火山泥巴龜裂的形狀。
 - (三)調查深水泥岩龜裂的形狀。
 - (四)調查體育場牆壁龜裂的形狀。
 - (五)觀察瓷器（花瓶）的裂痕形狀。
- } 野外觀察

- (六)泥漿龜裂的模型實驗。
 (七)容器的形狀與裂痕形狀有關係嗎？
 (八)容器的大小與裂痕形狀有關係嗎？

[問題一]月世界(小滾水)泥巴龜裂的形狀？

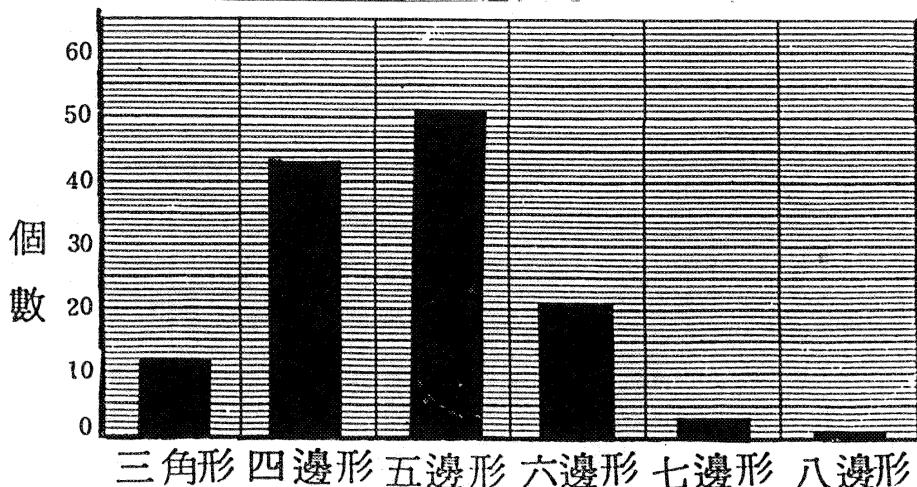
我們的觀察：

我們找一片平坦的空地，泥火山流出的泥漿很均勻的平鋪在空地上，泥巴龜裂成各種形狀；我用樹枝在地上任意畫三條長線，我數在線上的泥塊，它們的形狀是幾邊形；大部分多邊形的邊都是直的，有些邊是彎曲的。假若有分枝的話，我們才算成二邊。

表一 月世界小滾水泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		4	15	17	7	2	0
2		3	15	18	9	1	1
3		5	13	16	5	0	0
合計		12	43	51	21	3	1

月世界(小滾水)泥巴龜裂的形狀統計圖



我們的發現：

五邊形最多，其次是四邊形，再來是六邊形；最複雜的是八邊形，最簡單的是三角形。

問題答案：

泥巴龜裂成多邊形，五邊形最多。

統計結果如表一。

〔問題二〕烏山頂泥火山泥巴龜裂的形狀？

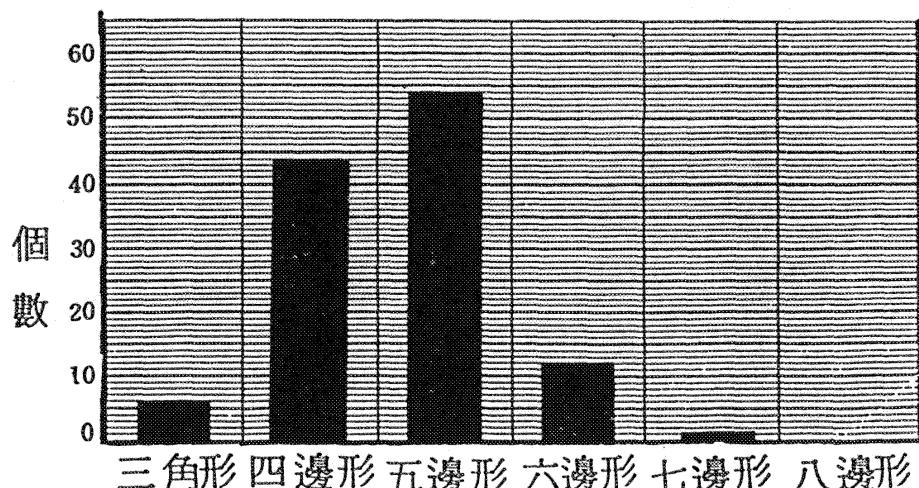
我們的觀察：

烏山頂泥火山上四座泥火山，其中有二座泥火山還不斷地流出泥漿來，泥漿在地面上形成許多條泥流，泥流上有明顯的條紋，好像是泥漿流動的痕跡，我們在其中一條已經乾裂的泥流上畫三條長線，然後數在線上的泥塊形狀（照片）；附近比較平坦的空地也有許多龜裂泥漿流動的痕跡較不顯著，我們也劃三條長線，數線上的泥塊形狀，再跟泥流上的裂痕作比較。

表二 烏山頂泥火山（平坦空地）泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		3	15	18	4	0	0
2		1	15	19	5	1	0
3		2	14	17	3	0	0
合計		6	44	54	12	1	0

烏山頂泥火山（平坦空地）泥巴龜裂的形狀統計圖



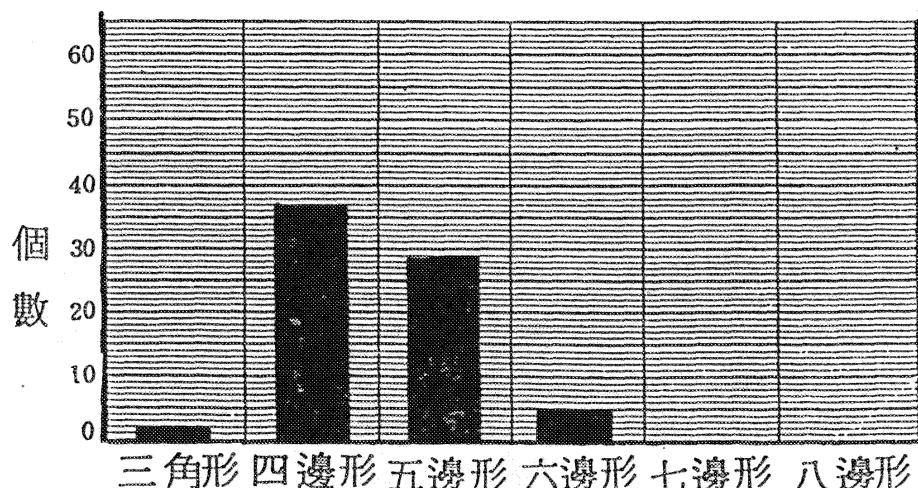
我們的發現：

平坦空地上的泥巴顯得比較均勻，泥塊的形狀以五邊形最多，其次為四邊形（表二）。泥流上的泥巴多沿著流動痕跡裂開，裂痕的相交常形成90度，泥塊的形狀以四邊形最多，其次為五邊形（表三）。

表三 烏山頂泥火山（泥流）泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		0	16	8	1	0	0
2		0	16	11	2	0	0
3		2	5	10	2	0	0
合計		2	37	29	5	0	0

烏山頂泥火山（泥流）泥巴龜裂的形狀統計圖



〔問題三〕深水泥岩龜裂的形狀？

我們的觀察：

在深水一家磚廠後面的小溪中，我們找到一片土黃色的泥岩，土質均勻，龜裂成多邊形的泥塊，我們以同樣的方法數泥岩的邊數。在回家的路上，我們發現楠梓交流道旁邊的體育場的牆壁上也有許多龜裂，也引起了我們的興趣。

我們的發現：

五邊形最多，六邊形其次，再來是四邊形；最複雜的是七邊形，最簡單的是四邊形。

問題答案：

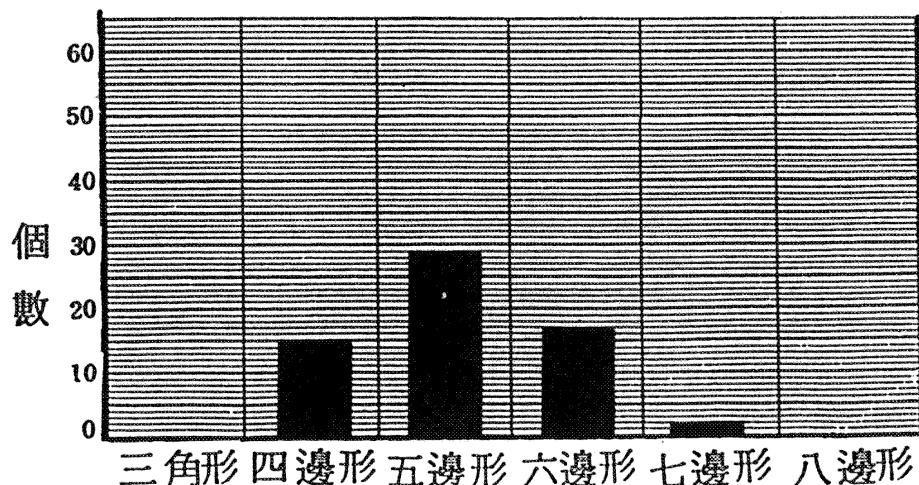
仍然是五邊形最多，六邊形和四邊形幾乎相等。

統計結果如表四。

表四 深水泥岩龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		0	7	9	8	0	0
2		0	4	9	5	2	0
3		0	4	11	4	0	0
合計		0	15	29	17	2	0

深水泥岩龜裂的形狀統計表



〔問題四〕體育場牆壁龜裂形狀？

我們的觀察：

楠梓交流道旁體育場的圍牆龜裂成許多邊形，我們在圍牆用粉筆畫三條長線，再數長線通過的多邊形的邊數。

我們的發現：

五邊形最多，其次是六邊形，再來是四邊形；最複雜的是八邊形

，最簡單的是三角形。

問題答案：

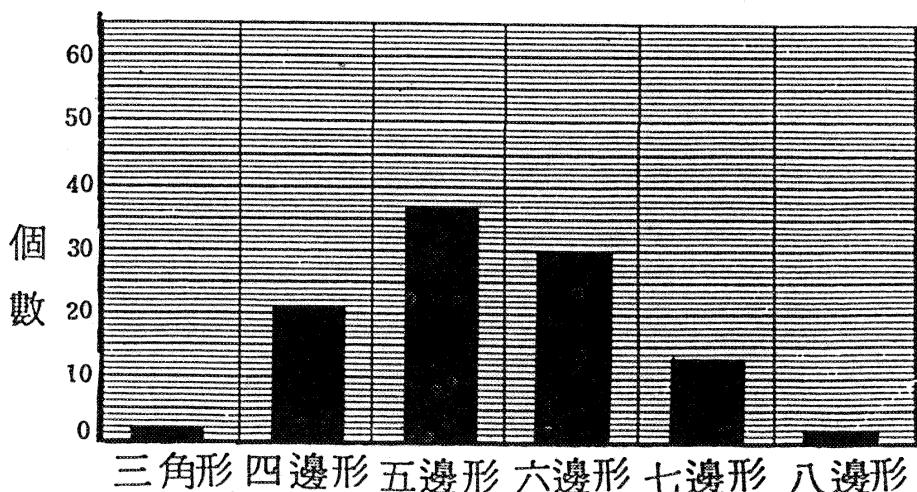
五邊形仍然最多，但是六邊形比四邊形多了。

統計結果如表五。

表五 楠梓交流道牆壁龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		1	7	9	9	7	0
2		0	8	13	12	5	1
3		1	6	15	9	1	1
合計		2	21	37	30	13	2

楠梓交流道牆壁龜裂的形狀統計圖



〔問題五〕觀察瓷器（花瓶）的裂紋形狀？

我們的觀察：

花瓶上有許多裂紋，每一條裂紋與其他裂紋相交成90度左右，裂紋不一定是直線的，有許多是彎曲的，我們在花瓶上畫三塊小區域，數區域內裂紋圍成的多邊形。

我們的發現：

四邊形最多，其次是五邊形，再來才是三角形。

問題答案：

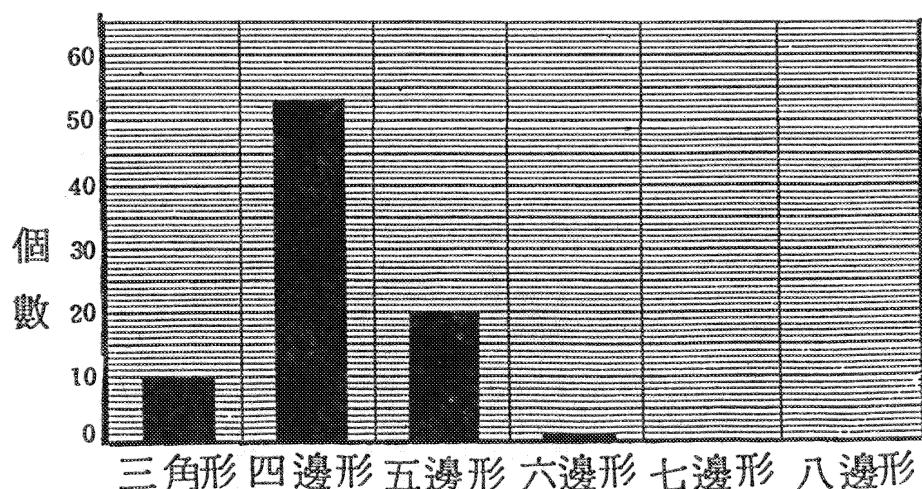
瓷器的裂紋都交成直角，所以四邊形最多。

統計結果如表六。

表六 家裡瓷器表面龜裂的形狀統計表

數量 次數 \ 形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1	3	18	9	0	0	0
2	4	18	7	1	0	0
3	3	17	4	0	0	0
合計	10	53	20	1	0	0

家裡瓷器表面龜裂的形狀統計圖



〔問題六〕泥漿龜裂的模型實驗？

我們的試驗：

從月世界帶回來乾燥泥漿標本，先將乾燥的泥塊用鐵鎚搗碎，用雙手將碎塊揉成粉末，用篩子篩過，然後將粉末倒入臉盆加水和成泥漿，慢慢地將泥漿倒入托盤中將它均勻舖平，拿到太陽底下曝曬，約二至三日才會乾裂。

我們的發現：

泥巴從托盤邊緣開始向中央龜裂，每條裂痕都幾乎和托盤邊緣垂

直；但是因為泥巴還附著在托盤底上，所以龜裂得不完整。

問題答案：

設法在托盤上平舖一層細砂，以免泥巴附在盤上。

如下圖。



〔問題七〕容器的形狀與裂痕形狀有關係嗎？

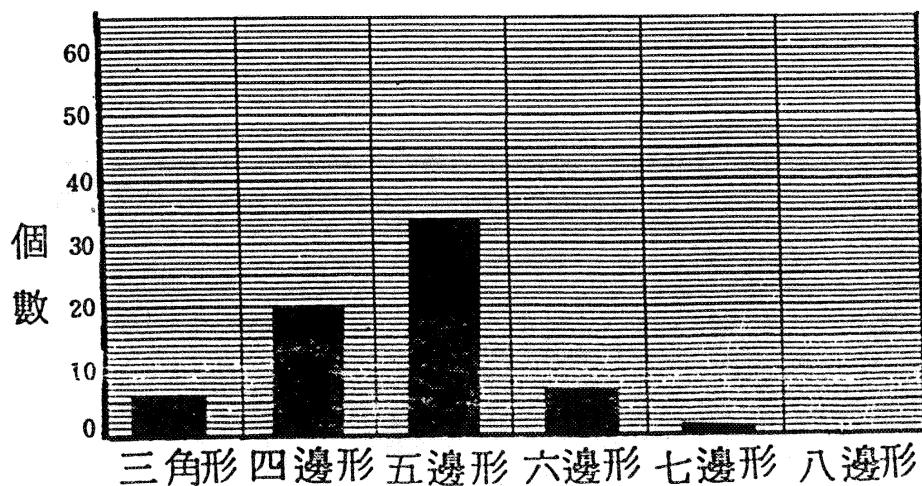
我們的試驗：

用鐵鎚把泥塊搗碎過篩，揉成粉末倒入臉盆中加水和成泥漿，把細砂均勻地舖在托盤上，將泥漿慢慢地倒入托盤中，避免細砂沖散，然後把托盤放在太陽下曝曬二到三天，讓它乾裂。

表七 容器的形狀有沒有影響（長方形）泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		3	8	13	3	0	0
2		2	7	12	2	1	0
3		1	5	9	2	0	0
合計		6	20	34	7	1	0

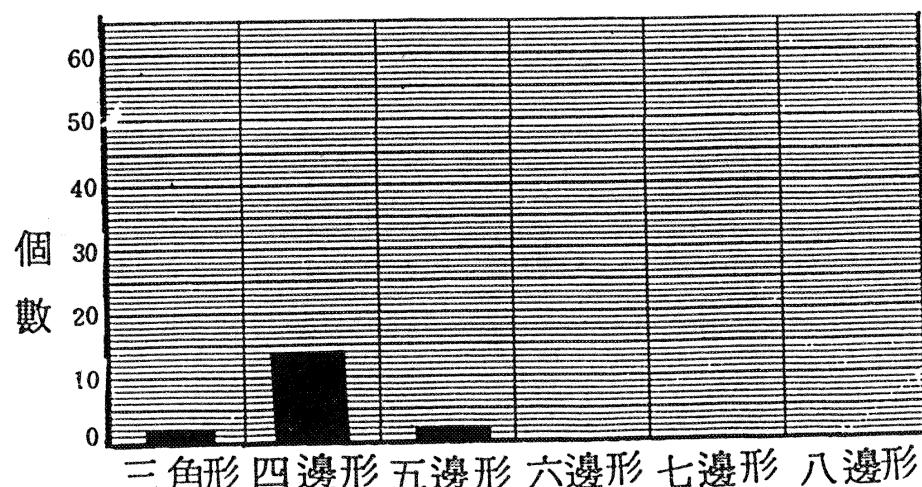
容器的形狀有沒有影響(長方形)泥巴龜裂的形狀統計圖



表八 容器的形狀有沒有影響(圓形)泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1	0	6	0	0	0	0	0
2	1	4	2	0	0	0	0
3	1	4	0	0	0	0	0
合計		2	14	2	0	0	0

容器的形狀有沒有影響(圓形)泥巴龜裂的形狀統計圖



我們的發現：

泥巴龜裂得比較完整，有些泥塊還向上卷曲；圓形托盤中的形狀以四邊形最多，而長方形托盤中的形狀仍然以五邊形最多，其次是四邊形，而四邊形多出現在托盤的外圍，五邊形多出現在中間。

問題答案：

容器形狀會影響泥巴龜裂的形狀，容器的大小會不會影響泥巴的形狀呢？

統計結果如表七、表八。

〔問題八〕泥塊的大小與裂痕形狀有關係嗎？

我們的試驗：

把細砂均勻地平鋪在亞克力水槽上，將和好的泥漿慢慢地倒入水槽中，輕輕地振動水槽，使得泥漿分佈均勻，放在太陽下曝曬，等它乾裂。

我們的發現：

水槽中央部分龜裂成較大的泥塊，而邊緣龜裂成小泥塊；大泥塊和小泥塊的形狀都是以五邊形多，其次才是四邊形和六邊形，但是大泥塊的厚度比較厚，水槽邊緣還是四邊形比較多。

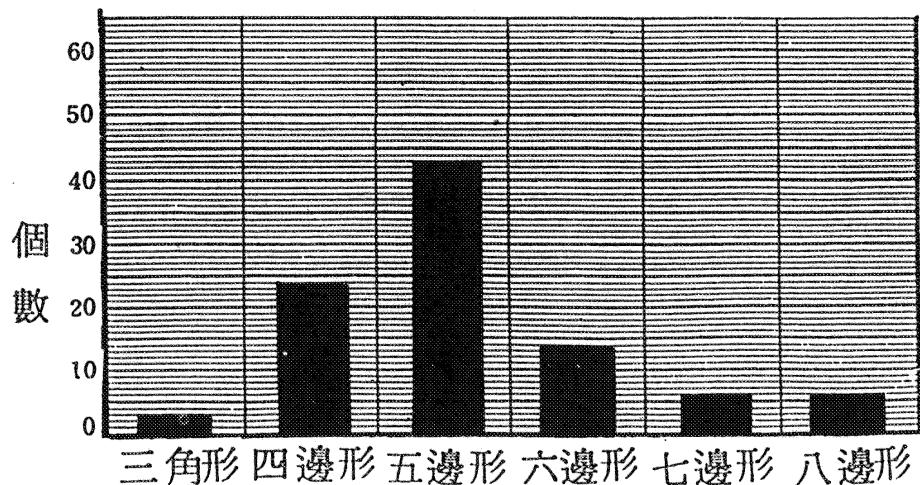
問題答案：

比較大的容器，使四邊形減少，而泥漿的厚薄會影響泥塊的大小
統計結果如表九、表十。

表九 泥塊的大小有沒有影響（大
）泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1		1	8	17	7	3	2
2		1	8	14	4	2	3
3		1	8	12	3	1	1
合計		3	24	43	14	6	6

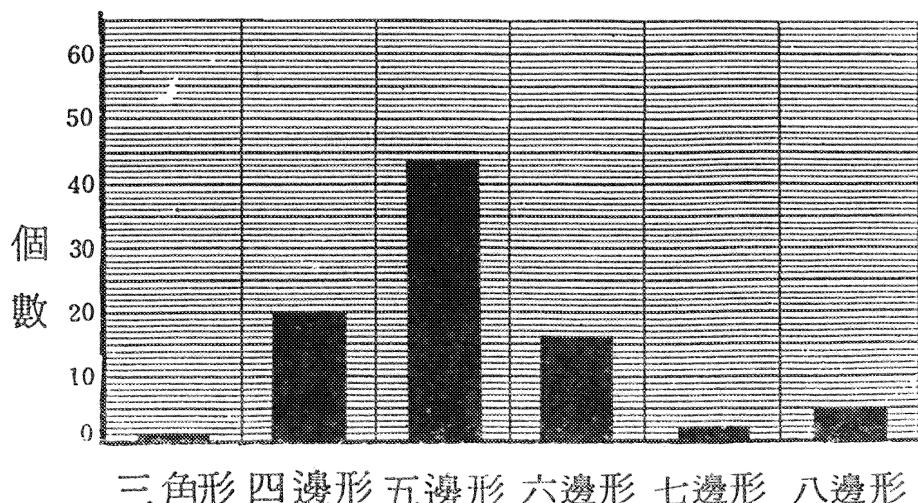
泥塊的大小有沒有影響(大)泥巴龜裂的形狀統計圖



表十 泥塊的大小有沒有影響(小)
泥巴龜裂的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1	0	3	18	8	0	3	
2	1	10	14	4	2	1	
3	0	7	12	4	0	1	
合計		1	20	44	16	2	5

泥塊的大小有沒有影響(小)泥巴龜裂的形狀統計表



我們用蛋黃作實驗證明

我們的試驗：

把蛋殼弄破一個洞，小心的把蛋白倒掉，再把完整的蛋黃放在托盤上。直到蛋黃都擠滿了托盤，我們開始看到這些蛋黃互相擠出了各種多邊形。

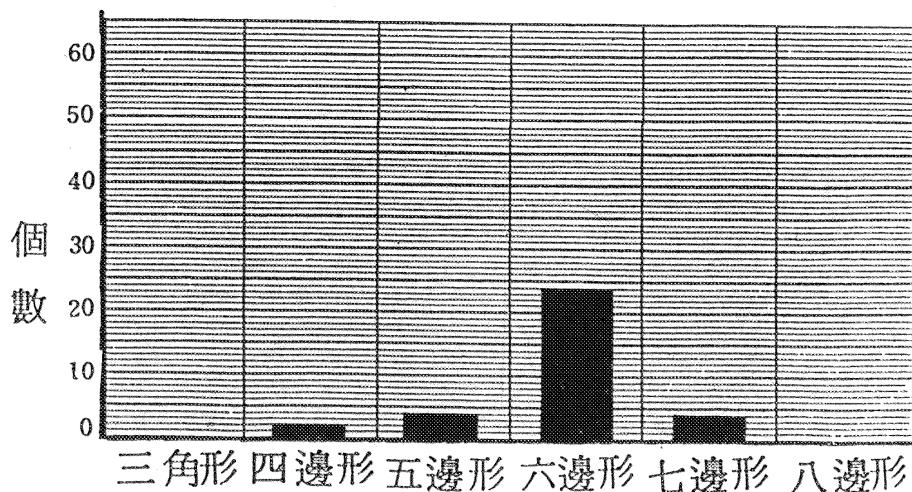
我們的發現：

六邊形最多，其次五邊形和七邊形一樣多，四邊形最少。而且一樣大小的蛋黃形成六邊形，而中間是小蛋黃，周圍是較小的蛋黃會形成七邊形。統計結果如表十一。

表十一 蛋黃代替泥漿所成的形狀統計表

數量 次數	形狀	三角形	四邊形	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
1	0	0	2	4	24	4	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
合計		0	2	4	24	4	0

蛋黃代替泥漿所成的形狀統計圖



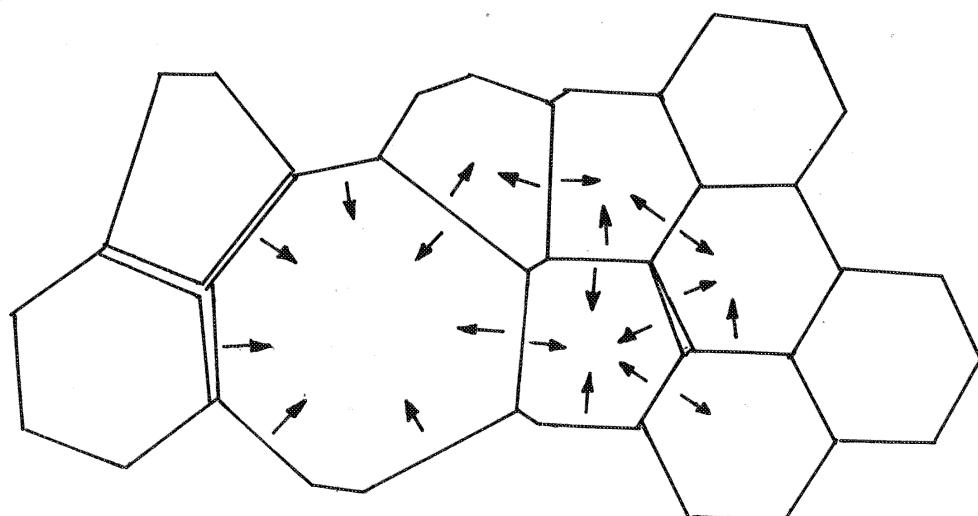
五、研究結果

我們發現從泥火山口流出來的泥漿非常均勻，當它們慢慢乾燥的時候，泥巴會產生收縮，引起龜裂，形成泥塊，泥塊幾乎都成為多邊形；統計這些多邊形泥塊的邊數，可以發現一個有趣的現象，邊數最多的是八邊形，最少的是三角形（當然至少要三邊才能成形），而最常出現的是五邊形，其次為四邊形和六邊形。並不是泥巴龜裂才有這種現象，在塗佈均勻的大片圍牆上（例如楠梓交流道上的自行車競技場圍牆），風乾的水泥也龜裂成類似的形狀，瓷器的表面也是一樣。

從前面的觀察，我們可以發現四邊形龜裂痕幾乎都形成人字形相交（ $\angle 90^\circ$ ），相交的角度在九十度左右；而五邊形以上的龜裂，相交的裂痕多形成三叉形相交（ $\angle 120^\circ$ ），相交的角度大於九十度，如果是六邊形的話，就接近一百二十度；假如龜裂的泥塊，大小和形狀都很規則的話，應該形成六邊形，否則會形成各種形狀，但是以五邊形和四邊形最為普遍。

六、討論

(一)一大片均勻的物質，受到均勻地乾燥時，物質表面會形成若干個收縮中心，以各個中心為圓心，等速地向中心收縮，兩個中心連線的中點，因為受到兩個完全相反方向的收縮力量而產生裂痕，所以每兩個收縮中心之中點都會產生裂痕，並由這些裂痕圍成多邊形的泥塊。



圖一

(二)自然界排列得最規則的形狀就是六邊形（蜂巢就是最好的例子）。

假設泥巴的收縮中心，排列得非常規則，而且收縮的速度都相等，那麼泥塊應該形成六邊形（見圖一）。

(三)我們用蛋黃作實驗證明：

蛋黃在盤面上形成一圓形，它的中心好像泥巴的收縮中心，它的圓周也好像是收縮一樣的範圍，因此，把大小不同的蛋黃任意排列在圓盤上，並緊緊地靠在一起，我們發現圓形的蛋黃被擠成多邊形，大小相同的蛋黃擠成六邊形，小蛋黃被周圍的大蛋黃擠成四邊形；也就是說大小不同的蛋黃可以相互擠成五邊形或七邊形。自然界的物質也許排列得並不怎樣規則，但如果是均勻地排列却會形成常見的五邊形和七邊形。而泥巴雖然看起來好像均勻，其實並不然，收縮中心的排列並不規則，同時收縮的速度也不相同，因此泥塊的形狀，可以由三角形變化到八邊形或更多；又這些收縮中心的排列是任意的，收縮速度也都不一樣，因此，泥塊的形狀應該以五邊形或七邊形最多（因為它們最接近六邊形）。

總之，在野外的實地觀察中，我們也發現五邊形和四邊形比七邊形或八邊形的泥塊較多，因為泥巴的裂縫經常呈略近九十度相交，比較容易形成接近四邊形的形狀，因此泥塊的形狀統計起來以五邊形最多。

七、結論

泥巴龜裂的形狀，從理論上的推算，應該是六邊形，但是我們實地觀察的結果，卻以五邊形最普遍，其次是四邊形，再次是六邊形；因此我們明白理想世界和真實的世界之間，有很大的距離。所以我們要研究一種自然現象時，野外實地的觀察是非常重要的。

八、參考資料

(一)王 鑑：台灣的地形景觀。

(二)石再添：(民國56年)台灣活泥火山的調查及其類型與噴泥性之關係的研究。

台灣石油地質第五號（第 259 ~ 311 頁）。

評語

- (一)研究內容，符合國小低年級程度（老師參與成份較少），值得鼓勵。
- (二)研究報告書中，無論文字、圖表、圖解、照片均清楚。
- (三)實測、實驗結果，也相當接近理論值。
- (四)定泥塊龜裂邊數是本文關鍵所在，宜再細加研究。