

石頭下的世界——永和社區生物的研究

高小組生物第二名

台北縣秀朗國民小學

作者：任宗霖等四名

指導老師：邱重賢、李玉美

一、研究動機：

有一天班上勞動服務——搬石頭，全班一大堆人興高采烈的去服務，但是隔一會兒，却聽到女生組那邊發出一陣陣的尖叫，原來有些同學在石頭下面發現了許多小生物，而這些小生物我們却一個也不認識。

石頭下也有生物？我們收集好以後就去問老師，老師告訴我們——是的，全世界各處都有生物，而各個生物也都有它們的特性——自己的特性。有什麼特性？想問老師，但是我們的老師向來是沒有答案的，我便約集了幾個同學，請老師指導我們做有計畫的研究。

二、研究問題：

- (一) 石頭底下有那些生物？
- (二) 石頭下生物的生活環境有無特殊的地方？各地方是否一樣？
- (三) 馬陸和蛛蟲的身體構造怎樣？
- (四) 溫度對馬陸和蛛蟲有沒有影響？
- (五) 濕度對馬陸和蛛蟲有沒有影響？
- (六) 馬陸和蛛蟲如何運動和覓食？（觸角功用的研究）？
- (七) 馬陸和蛛蟲的窩巢有何特別？如何遷移？
- (八) 馬陸和蛛蟲如何自衛和退敵？

三、研究設備和材料：

- (一) 1600倍顯微鏡
- (二) 各種石下生物
- (三) 溫度計

- (四) 自製溫度控制台。
- (五) 生物運動觀測台。
- (六) 自製背光性實驗箱。
- (七) 生物採集用品。
- (八) 自製適溫區控制箱。
- (九) 一元硬幣。
- (十) 記錄紙。
- (十一) 放大鏡、解剖用具。
- (十二) 石膏

四、研究過程和實驗

問題(一)：石頭底下到底有那些生物？各地方是否一樣？

方法：爲了了解石頭下生物的種類，我們發動了全班去採集，全班分成 20 組，每組 3 人，隨便到任何地方去，一人採集，一人記錄，最後我們發現了以下這些種類的小生物。

馬 陸	鼠 婦	蜈 蚣	蚰 蜒	螻 蛄	蟑 螂	蠕 蟲
約 572 條	約 530 隻	77 條	18 條	21 隻	112 隻	89 隻

結果(一)：我們發現的生物種類，總數有 28 種之多，但是很多不知道名字，而且篇幅大小也擺不下，因此我們只記錄較多的 11 種，而我們發現，其中以馬陸和蛛蟲兩種的數量最多。

問題(二)：石頭下生物的生活環境有無特殊的地方，各地方是否都一樣？

方法：我們除了將上一個問題，同學們做的記錄加以整理以外，並且利用放假全家郊遊時到各地去採集結果如下：(略)

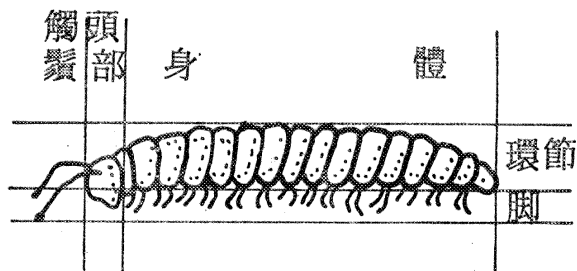
結果(二)：我們發現石頭下的生物以陰暗潮濕的地方最多佔 96 %。

問題(三)：馬陸和鼠婦的身體構造有何特殊的地方？

方法：由於馬陸和鼠婦的數量最多所以我們以研究這兩種小生物為主。

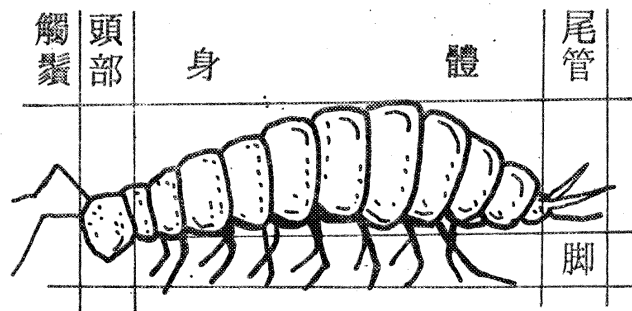
馬陸的構造：

1. 身體節數不定，較大的較多，較小的較少，隨年齡而定大致 28 ~ 53 節間。
2. 身上每一節有兩對腳，屬倍足綱。
3. 有頭部，沒有胸部和腹部之分。
4. 觸鬚向前，行走時不斷點地。
5. 最尾一節沒有腳。
6. 行動是以最後對腳先開始。



鼠婦的構造：

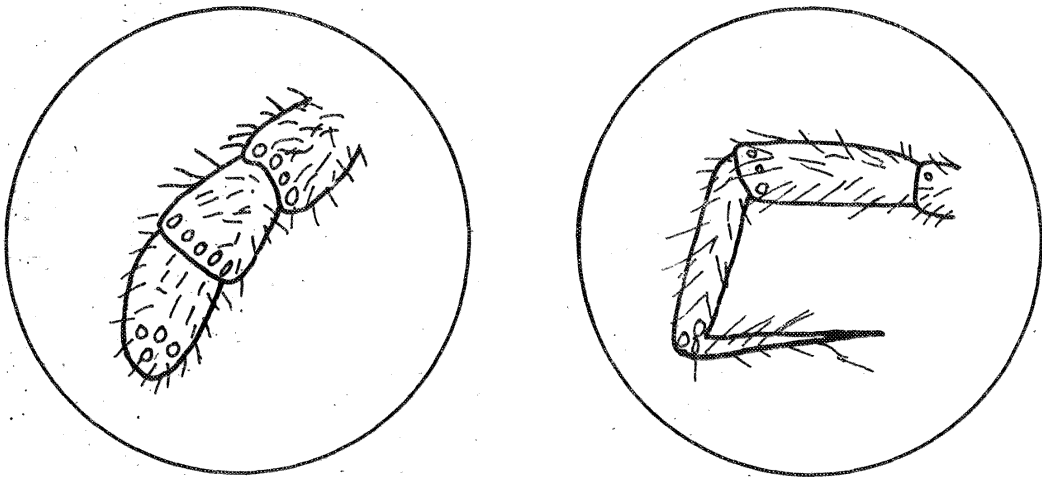
1. 身體頭部和身體。
2. 觸鬚有 4 節。
3. 尾部有尾管。



4. 共有 14 隻腳。
5. 身體分 10 節，可縮成圓球。

結果(三)：由以上的觀察得知

1. 馬陸的觸角較粗壯，蛛蟲的比較細長。
2. 兩種的觸角上都有小圈點，而且排在關節處。
3. 觸鬚上密生細毛，都很細弱。
4. 觸鬚反應很敏銳，可能和細毛有關。
5. 將觸鬚用酒精擦過，發現在走路時很慢，很遲鈍。



問題(四)：濕度對馬陸的生活有何影響？

爲了要澈底了解爲什麼馬陸等生物只有在陰暗的石頭下或花盆下，腐木下才有，我們做了一個實驗，加以分析

實驗 1：在有馬陸等生物生活的地方挖取 100 公克的泥土，在實驗室中加以烘乾（一律加熱 5 分鐘）然後量取重量，最後用原重 100 公克減去烘乾後的重所得就是水重，我們

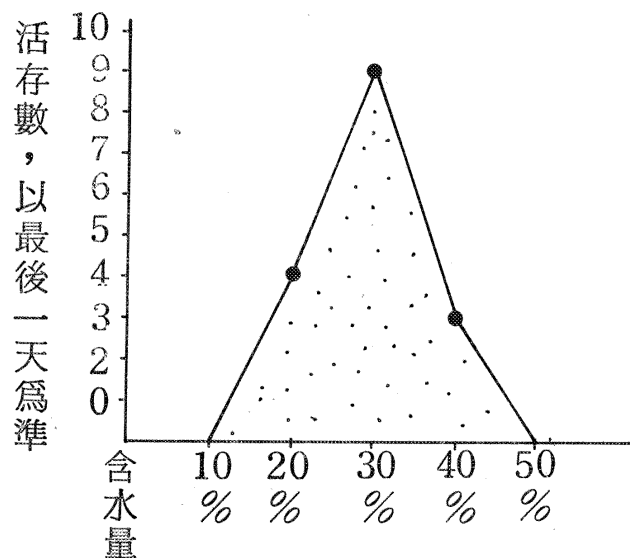
叫做含水量，連續 12 次。

結果(4)：我們發現馬陸只適合生活在濕度大約 25 % ~ 35 % 之間，爲了證明，我們便以不同的濕度來飼養這些生物。

實驗 2：先將濕土晒乾（不能烘乾，由實驗 1 發現烘乾後土中的有機物都被燒光了很臭），裝入容器，加入不同水量，然後每個容器放入十條馬陸。

我們的發現：

馬陸等生物的生存地方和濕度有重大關係以統計圖表示如下圖：



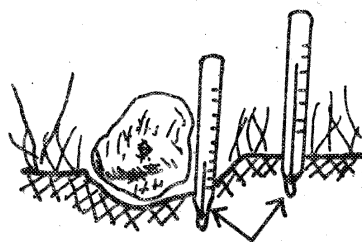
也就是馬陸在含水量

- (1) 30 % 左右活得最好。
- (2) 20 % ~ 25 % 或 35 % ~ 40 % 還可以。
- (3) 15 % ~ 20 % ~ 40 % ~ 45 % 很差。
- (4) 15 % 以下或 40 % 以上很快死亡。

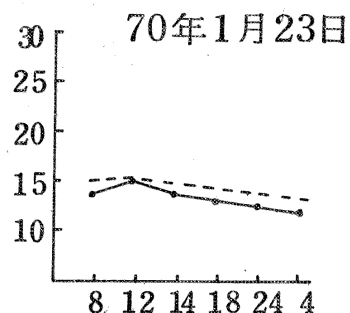
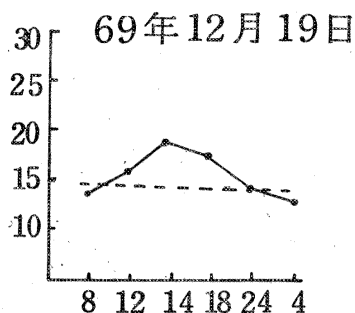
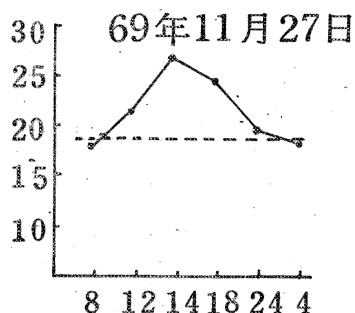
問題(5)：溫度對馬陸的生活有影響嗎？

實驗 1：首先我們去測量有生物的石頭下泥土的溫度，把溫度計插入土中 1 公分，另外我們在石頭旁露天的泥土上也插入一隻溫度計以測量土地的溫度，並且做成記錄。劃成

統計圖如下：



插入土中 / 公分



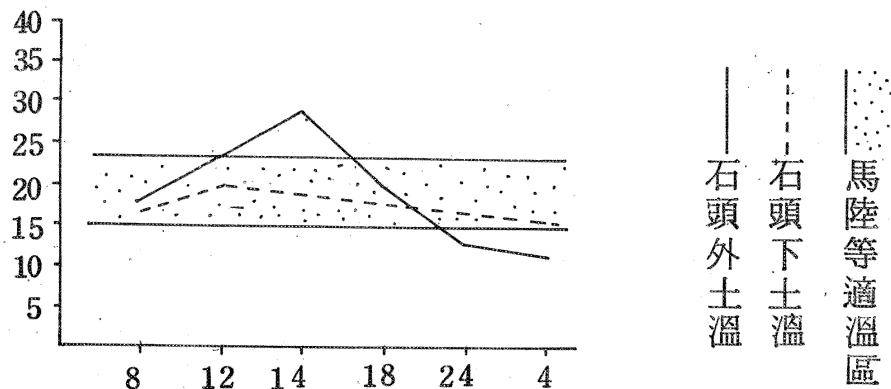
——代表石外土溫
 - - - -代表石下溫度

結果(5)~1：我們發現不管是大熱天或者是有寒流的天氣，石頭下的土溫度都維持一個標準，受石頭外面的影響不一樣大，大概在 16 度到 20 度之間，也就是大熱天則石頭下的溫度比外面的低，而寒流天氣却比外面溫度高。

實驗 2：由上面的發現，我們知道石頭下的溫度 16 度~ 20 度一定和馬陸等的生活有密切關係，於是我們就來做了溫度控制室來觀察馬陸對溫度的反應。

結果(5)~2：我們發現馬陸等生物在溫度 16 度到 22 度之間活動的最舒服，超過這溫度就很驚惶失措。

當我們把馬陸的「活動溫度」和石頭下土地溫度配合起來以後，我們發現一個極重要的關係，就是：

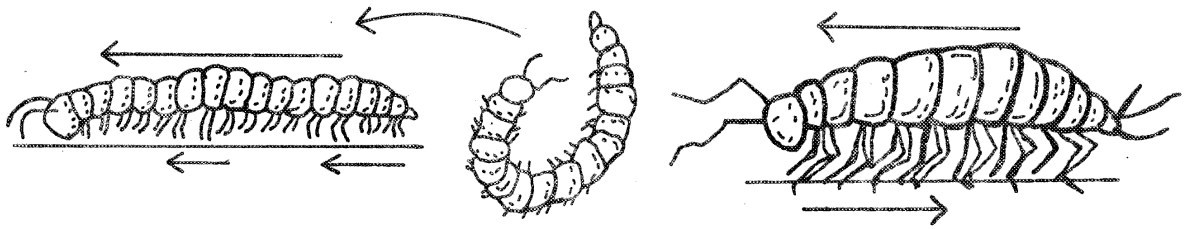


結果(5)~ 3：石下的溫度整天都適合馬陸等的活動。

問題(6)：馬陸等如何運動覓食？

1 行進方式：利用觀測台觀察

經過仔細觀察發現，馬陸是由後腳先走蛛蟲由前腳先走。



2 馬陸最大秘密—觸角的研究

馬陸在黑暗的石頭下，憑什麼知道黑暗或光明？

好幾次我們發現做行進實驗時馬陸都向同一個方向進行，而且早上和下午方向不同，幾經研究發現是⇨光線影響，於是我們做了下列實驗。

實驗 1：甲 70 年 1 月 14 日下午三時卅分，光線由左邊射來馬陸的行進路線（天然光的實驗）

乙製造光源實驗箱○為起點待走到黃色開燈線後立刻開燈，等回頭到另 1 組開燈線後換開另一組燈 4 次為止。

結果(6)~ 1：由於兩組實驗得分數都在 0.6 分（觸角全）以下，可見馬陸不喜歡光線也就是具有背光性而且反應極為敏感而當觸角切掉一條或兩條時，馬陸的行動就立刻慢下來而且對光線的反應也很鈍。

實驗 2：了解觸角對光線的選擇後，我們很高興，於是再努力試驗，結果發現對溫度的反應也很敏感，我們又做了兩個

實驗，（分數均用四捨五入插入適溫區實際設計）

結果(6)~2：馬陸對溫度的反應也很敏銳，在實驗甲一最高溫度忍耐線中，觸角雙全的最高能忍耐 20.5 度是切除 1 根觸角 27 度的 $\frac{3}{4}$ 倍，是全部切除的 $\frac{3}{4}$ 倍，可見觸角對溫度的選擇十分重要，而在實驗中我們又發現觸角雙全的平均溫度區正好是和我們測量的石頭下溫度相同，這一點發現連同背光性，使我們高興得跳起來，也更有精神的去研究。

實驗 3：觸角對色彩的反應

馬陸生活在石頭下，是不是因為它對顏色有固定的選擇呢？

方法：製作色盤，彩上各種顏色，將馬陸等置於中央，看它往那邊爬行，連續 100 次，並做成記錄。

結果(6)~3：發現馬陸對顏色並無太大選擇性，但稍微偏向黑色，但石頭下的世界明明不是黑色，為什麼呢？我們再做了一個實驗。

實驗 4：觸角幫助馬陸回家

實驗設計：在紙上貼滿半個保麗龍球，一種全不彩色，一種一半彩黑色，一半不彩色，在晚上 11 點完全沒有燈光下把馬陸放在上述兩種紙中間看它往那邊爬。

結果(6)~4：實驗甲中馬陸向左或向右的百分比差不多，而在實驗乙中有百分之 19 走向黑色那一邊，因此我們猜想，因為黑色那一邊不反光（即較黑暗）所以它往那邊去，也就是馬陸可以感覺到極微弱的光線，甚至人類看不到光線。由這個實驗我們也證明了為什麼馬陸憑什麼選擇潮濕的地方，因為潮濕的土地不反光而乾燥的泥土會反光。

問題(7)：馬陸和蛛蟲如何自衛？如何退敵？

方法(1)：用鉛筆撥動馬陸和蛛蟲。

方法(2)：在放置馬陸和蛛蟲的盒子同時放入螻蛄、蜈蚣等生物觀

察馬陸的反應。

結果：馬陸的反應總是成螺旋形，右旋或左旋不一定，而蛛蟲總是成圓形。

到底螺紋形和圓形有什麼秘密在內？

馬陸螺旋形自衛的秘密？

(a)和抵抗力有關嗎？

實驗：在馬陸擺一元硬幣 30 秒後看馬陸是否能再行動。

一元每個 6 公克，馬陸一條約 0.9~1 公克

馬陸以螺紋形受壓最多 64 元

$$6 \text{ (公克)} \times 64 = 384 \text{ 公克}$$

$$384 \text{ 公克} \div 1 \text{ 公克} = 384 \text{ (倍)}$$

)

以螺旋狀可承受體重 384 倍壓力

$$384 \div 102 = 3.8$$

螺旋形比直線形 3.8 倍以上

馬陸以直線狀受壓最多 17 元

$$6 \text{ 公克} \times 17 = 102 \text{ 公克}$$

$$102 \text{ 公克} \div 1 \text{ 公克} = 102 \text{ (倍)}$$

以直線形可受體重 102 倍重的壓力

(b)和受傷面積有關嗎？

直線形

以馬陸一半為圓心劃圓範圍內都會受傷面積是：

$$\text{半徑} \times \text{半徑} \times 3.14$$

$$0.5 \times 0.5 \times 3.14 = 0.785 \text{ 平方公分}$$

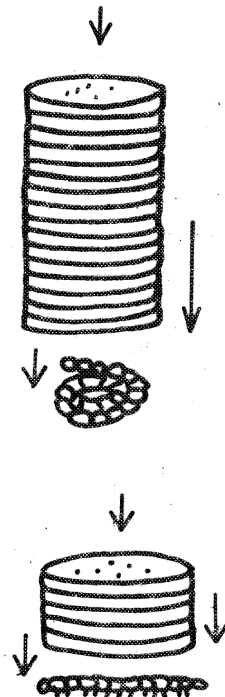
螺旋形

與上邊同一條馬陸等它捲起後測量最大直徑劃圓為受傷範圍結果為 0.5 公分——這是直徑

$$\text{半徑} \times \text{半徑} \times 3.14$$

$$0.25 \times 0.25 \times 3.14 = 0.196 \text{ 平方公分}$$

螺紋形受傷的機會只有直線形的 $\frac{1}{4}$



鼠婦圓形自衛的秘密：

- (1)捲成圓球以後可以隨地滾動，滾到蚯蚓的洞內，等敵人跑了再出來。
- (2)經過計算（和上面方法一樣）受傷的機會也只有原來的 $\frac{1}{4}$ 。
- (3)捲成圓球以後，不但和小土粒一樣而且敵人也無法下口。

五、研究結果和討論：——我們的發現

- (一)馬陸等小生物是很普遍的動物，台灣到處都有，不但鄉村，都市也有，大都生活在石頭下，樹葉下，爛草堆中，花盆下，它們都以腐敗的植物為食，對植物很少構成傷害，大家請放心不會造成經濟損失。
- (二)馬陸屬於倍足綱，每一節有兩對腳，大概 100 隻左右，隨年齡而定愈大脚愈多，因為脚多，所以有人叫它千足蟲，而鼠婦大多數人都叫它蛛蟲，共 14 隻脚，身上有可以伸縮的殼共十片。
- (三)由實驗(1)(2)(3)得知，石下泥土含水量都在 25%~35%之間，和馬陸等需要的含水量 30%差不多相等，所以它選擇在石下生活。
- (四)實驗 5 中得知，石下溫度白天比氣溫低，夜晚比氣溫高，一直維持在 17~21 度之間，而和馬陸等所需要的溫度 18~20 度剛好相符合，在這溫度下馬陸等生物活動最劇烈，也最舒服，所以馬陸等會選擇石下做家原因在這裡。
- (五)馬陸具有極強烈的背光性，由實驗中得知向光性只有 0.6 分（10 分為滿分），對熱也很敏感，適溫區在 20 度左右，溫度在 30 度時，就顯出很痛苦的樣子。
- (六)由觸鬚實驗中得知，觸鬚是馬陸的眼睛、鼻子，能很快的感覺出光線，冷熱和味道，憑這個它們才能在黑暗的石下世界生存。
- (七)馬陸等的自衛：
 - 1)馬陸螺旋形自衛的好處
 - (1)增加 3.8 倍的抵抗力，可抵抗重於體重 384 倍的東西。
 - (2)可減少受傷機會 $\frac{3}{4}$ ，減少死亡機會。
 - (3)可很快的保護頭部、脚部，並和泥土混合，不易找到。

(4)現在的人發明鎖螺絲用缺口圓圈，而馬陸甲在幾萬年前就用這個方法來保護自己了。

2 鼠婦圓球形自衛的好處：

(1)可以保護頭部和軟弱的腳部，使免受傷害。

(2)可使敵人無法知道它的要害，不知從那裡下口。

(八)由這次研究中，我們發現上天很公平，對所有生命都給它適合於生存和保護自己的最佳方法。石頭下的生物雖然沒有好看的顏色和美麗的形態，却給我們很多啟示，告訴我們做人不要看不起別人，也不要自暴自棄，要自己尊重自己也尊敬別人。

老師的話：

現在提倡鄉土教材，主要使孩子能夠發掘身邊的知識，並加以不停的探討，但大多數人以爲只有生活在鄉間的小孩才有此權利，事實不然，住在公寓中的孩子，一樣可以在路邊或小草堆中找到能滿足他，並啟發他們的知識，這種教材或許該稱爲——社區教材——吧！至少它可以避免以外國蝴蝶來教中國孩子讀書的弊病。

評語：①作者以生活於石頭下的馬陸爲對象，對這類不常爲人所見的小動物加以觀察研究，是可喜現象。

②實驗設計頗多創意，尤以馬陸行爲方面之試驗最爲動人。

③實驗結果豐富，處理方式亦正確。

④如對馬陸觸角及眼的功能方面再參考已知資料作進一步探討就更爲圓滿。