



圖 1：多彩鈴蟾 (*Bombina variegata*)

兩棲動物

對於兩棲動物之美，知名的法國哲學家伏爾泰早已發覺，「如果問一隻公蟾蜍美是什麼？他就會回答是他的母蟾蜍：她小小的頭上有兩隻又大又圓且突出的眼睛、寬而扁的嘴、黃色的肚皮以及褐色的背部。」

只有兩棲動物能在於水中與陸上兩種生活方式之過渡，展現地如此令人印象深刻。也沒有其他的「野生動物」，是人類能在每年的固定時節遇見並實際接觸的。兩棲動物不同年齡族群及各自複雜的棲息條件，生動的介紹了動物及生態環境保護的主題。以兩棲動物為題的一大優點為，較低的物種數量以及較易辨認的特徵。

1. 關於兩棲動物的專業知識

兩棲動物可為進化史上存在最古老的四足脊椎動物。由希臘字根「**amphi**」（兩者）以及「**bios**」（生命）組合而成的學名，直接點明了兩棲動物的特性，有陸上的生活空間，但繁殖/成長過程又必須存在於特定條件的水域。

中歐常出現的兩棲動物主要有兩類：

- 有尾目：水螈及蠃螈
- 無尾目：蛙科、樹蟾、蟾蜍

各項活動的基本目的

- 認識在地兩棲動物的多樣性
- 了解兩棲動物體格發展與適應環境的關聯性
- 明白人類應負起的責任，保護兩棲動物不受到危害

有尾目以水螈及蠑螈為代表，兩者相當不同且容易區別。有尾目則有赤蛙（蛙科）、歐洲林蛙（樹蟾科）、赤蟾（蟾蜍科）、棕色鋤足蟾（鋤足蟾科）以及負子蟾（盤舌蟾科）。在巴伐利亞地區，存在著總計十九種不同的兩棲動物。

生活方式-陸上及水中生活

幾乎所有當地的物種都在陸上棲息，但都需要在水域進行繁殖。

春季的遷徙-由避寒地移往產卵水域：由剛入春第一個回暖的夜晚開始，某些種類的兩棲動物就會開始遷徙至產卵水域。領頭的是歐洲林蛙和捷蛙，接著是大蟾蜍、歐螈、高山歐螈和冠歐螈。稍晚之後才開始遷徙的有歐洲水蛙、田蛙、棕色鋤足蟾和歐洲樹蛙。大致上來說，這樣的遷徙會持續六到十周的時間。但像大蟾蜍的遷徙時間卻短得多而且相當醒目，直接大喇喇地從街道穿過，但也由於這樣的顯眼，大蟾蜍的遷徙經常受到自然保護志工的注意。其他物種如水蛙及冠歐螈，牠們遷徙時間則比六到十周來的更久，但也較不引人注意。

成體動物的水中生活：無尾目當中較早遷徙的種類，會在遷徙至水域的短短數天內產卵，通常可產下數百顆甚至數千顆的卵。產卵之後，這些成體動物就會再度動身遷徙到夏季棲息地，距離產卵水域經常遠達數公里。較晚開始遷徙的其他無尾目動物及蠑螈，則需花費較長時間產卵，但產卵次數多且單次數較少（無尾目），或一次只產下一顆卵（蠑螈）；而後在初夏或盛夏時才會再次遷徙到夏季棲息地。甚至有的物種，在產卵後整年都直接棲息於產卵水域的附近。

夏季生活空間：兩棲動物的棲息地遍布各處，不論是河谷或草地，平原或高山都可見到牠們的足跡。而大蟾蜍、林蛙、普通歐螈及高山歐螈這幾個物種，有特別高的環境適應力。但通常來說，歐螈及綠蛙可在低地勢的地方看到，而黑真螈則出現在如阿爾卑斯山的高山區。

大部分巴伐利亞地區的物種，都生活在落葉林區或是富饒的農田地帶。在這些地方牠們可以得到充足的營養，陽光及適度的陰涼處，且不會因街道而分割了生活空間。

而以下的物種只存在於特定區域：

- 阿爾卑斯山的黑真螈
- 落葉林裡的火蠑螈
- 農舍、河谷及沙地區域的大蟾蜍
- 河谷及沙地區域的棕色鋤足蟾

冬季避寒地：兩棲動物在冬季通常會躲在不會結霜的角落，如洞穴或井底。有的物種甚至在秋季就開始往產卵水域遷徙，之後在結冰的水面下過冬。（如歐洲林蛙）但這種方式可能導致兩棲動物因為冬季的極端氣候而死亡，因為水域可能完全結冰，或水邊因冬季缺乏植物而導致缺氧。而這樣的情況，率先遷徙至水域的兩棲動物才有可能佔住最具優勢的過冬棲息處。

蠑螈：以火蠑螈及阿爾卑斯黑真螈為例，牠們比其他的兩棲動物更能夠離水生活。火蠑螈在陸上交配，只有母蠑螈必須在春季時往水域移動；幼蠑螈甚至能直接在陸地以幼蟲的型態出生。

黑真螈則能夠完全在陸上生活，母蠑螈能直接在陸地上產下可以直接適應陸上生活的幼體。如此完全的離水生活，與母蠑螈產出幼體的數量有很大的關聯：母的火蠑螈通常可生產出百隻以上的幼體，而黑真螈卻只能生出一到兩隻幼體。

生物學方面

皮膚與呼吸

兩棲動物的皮膚表面缺乏鱗片(角質)，既薄且濕滑。皮膚表面布滿的腺體，除了能保持濕潤，分泌出的黏液可提供保護，避免受到細菌或真菌感染。蛙類及蟾蜍的皮膚呈光滑狀，而蟾蜍則成疣狀。

某些物種如歐洲樹蛙及歐洲林蛙，具有變色的技能，這是由於牠們的皮膚表層下含有染料般的物質，如黑色素（介於咖啡色與黑色之間）、光黃素（黃色）以及胡蘿蔔素（介於橘和紅之間），藉此歐洲樹蛙及歐洲林蛙便可變色來融入不同環境。

兩棲動物大都會規律的脫皮(換皮)，藉此可清潔毛孔以及療癒傷口。蛻下來的老皮，通常是完整的身型，而且會被吃掉。

兩棲動物皮膚的多功能：

- 藉其極薄的皮膚進行呼吸，以此的呼吸量遠大於人類的呼吸方式。
- 不需要喝水，而是完全藉由皮膚來吸收水分。
- 皮膚表面的黏液可保持濕潤，並且如抗生素般可使兩棲動物免於細菌或真菌感染。
- 蟾蜍的皮膚腺體會分泌有毒物質，能有效防止自己被其他動物吃掉。



圖 2：蟾蜍的皮膚具有特徵性疣

但以上敘述的兩棲動物皮膚特性及功能，如今卻可能變成致死的原因：農田裡設置的尖狀物品(籬笆)以及耕作施用的肥料、糞便都可能使兩棲動物在遷徙期間經由皮膚吸收到體內，進而致死。

繁殖

所有繁殖行為的目的，都是要帶來盡量多的後代而後循環，盡可能地增加物種的存活機率。在演化史中有多種不同的繁殖策略，這在中歐當地的兩棲動物中也可觀察到。

r 策略及 k 策略

再生式策略 (r 策略) 可產生為數眾多的後代，但成體並不撫育這些後代。這樣的情況下，即使後代為數眾多，只有部分能存活。以歐洲林蛙和大蟾蜍為例，每隻母蛙或母蟾蜍可產下 3000 個到 8000 個卵，但卵黃囊內儲存的養分卻相當之少。產卵後的成體林蛙及蟾蜍會立刻動身移往夏季棲息地。

保守型策略 (k 策略) 產生的後代數量相對少，但成體卻能投注更多精力來撫育後代。此策略下產生的後代存活率較高，以黑真蟻為例，母蟻通常只能生下兩隻幼蟻，但剛出生的幼蟻已經具有在陸上生活的能力。而多彩鈴蟾及所有的水蟻則是另一種極端，牠們同樣產出的幼體數量較少，但會盡量在不同地點產卵/產下幼體，以降低幼體的死亡率；牠們的產卵期則為時較長。

兩棲動物的壽命：理論上來說，兩棲動物的壽命通常在數年至數十年之間，目前最有名且最長壽的，是一隻 50 歲的火蟻。野外的兩棲動物通常只有數年的壽命，因此在成體動物一至兩歲時就會進行繁殖。甚至有研究指出，某些兩棲動物一生當中只會進行一次繁殖。多彩鈴蟾及蟻蟻則屬例外，即便在野外，平均壽命也可達十年以上。

繁殖水域：

不同物種的兩棲動物，對於為了進行繁殖的水域都有不同的條件要求。如黃條蟾蜍幾乎不會在池塘繁殖產卵，但湖側褶蛙則只在池塘繁殖產卵。為達到最優化的繁殖，水域內容豐富的自然河谷是最佳選擇，此處由漲潮帶來的微生物以及魚群都是相當重要的條件。但這樣的河谷在德國相當少，大部分德國的兩棲動物都是在人工建造的水域進行繁殖。

兩棲動物與魚類通常會存在於同一水域，即便如此，兩者之間仍能在同一水域中有小空間的分區。直至今日，兩棲動物的多樣性仍相當仰賴於同水域中兩棲動物與魚類的共存情況。圖表 3 可見這兩者間的關聯性。

幼體與蝌蚪

蛙類及蟾蜍產下的卵，依溫度情況不同，通常在數天內就可孵化成蝌蚪。蝌蚪具有角質化的小齒，以便於食用水域內的藻類，或是分解後的樹葉以及其他蝌蚪屍體所產生的碎屑。不同種類所要求的水域環境也不同，以黃條蟾蜍為例，其蝌蚪就一定要生活有新鮮藻類的水域。

水螈的幼體則自行由卵中脫殼而出，脫殼後的幼體仍主要以卵黃囊中的養分作為食物來源，但在食物來源如此有限的情況下，幼體也可能以其他同種幼體做為食物來源。

所有的蝌蚪及水螈幼體都需經過完全的變態才能真正在陸上生活。蝌蚪的變態方式，是整個身體器官的重組，但變態階段可為發展階段中最危險的一段時間，發育不全或發育較慢的幼體通常無法存活。

圖表 3：兩棲生物種類、產卵期間以及偏好的水中或陸上空間條件
(xx = 經常被使用的水域，x = 較寬闊的水域)

	水中生活空間								陸上生活空間	
	產卵期 (月)	貧瘠的魚塘	營養的魚塘	營養且多樣化的魚塘	典型且陰涼的小水塘	典型但陽光的小水塘	有植被的坑洞	無植被且陽光的坑洞		溪流上游
黑真螈	胎生種									光亮的樹林、碎石坡、牧場
火蝾螈	II-IV					x			xx	落葉林
大冠歐螈	III-IV		x	xx						落葉林、農地、礦場
高山歐螈	III-IV		x	x	x	x	x			落葉林、農地、花園
普通歐螈	III-IV		x	x		x	x			落葉林、農地、農舍

掌歐螈	III-IV		x	x	x	x	x		落葉林、農地
負子蟾	IV-VIII			xx					落葉林、鵝卵石地質的農地、墓地
多彩鈴蟾	IV-VIII					x	xx		落葉林、農地、農舍
棕色鋤足蟾	III-V		x	xx		x			肥沃的沙田
歐洲樹蛙	IV-V		x	xx		x			農地、農舍、產卵水域附近各樹叢、高地勢的水源地
大蟾蜍	III-IV	x	x	x		x			落葉林、農地、花園
綠蟾蜍	IV-VI						xx		自然河谷、農舍、缺乏植物的沙質平原
黃條蟾蜍	IV-VI						x	xx	自然河谷、農舍、缺乏植物的沙質平原
歐洲水蛙	V-VII		x	xx		x			農地、花園
湖側褶蛙	V-VII	x	x	xx					產卵水域附近的大河谷
萊桑池蛙	V-VII			x		x			農地
捷蛙	II-IV			x		xx			落葉林
田蛙	III-IV			xx		x			樹林、自然水塘
歐洲林蛙	III(-IV)		x	xx		x	x		落葉林、農地、花園



圖 4：大蟾蜍的蝌蚪

如何適應生活空間的轉換

兩棲動物在幼年時期生活在水中，成年之後則是水陸兩棲，在水陸生活的轉換有不同的適應方式。

（見圖表 5）

生活範圍的擴大以及各個發展階段

只有少數的兩棲生物會經常的遷徙及擴大生活範圍，且能讓學生在校外教學遇見：如大蟾蜍、水蛙（歐洲水蛙、湖側褶蛙）、樹蛙（歐洲林蛙）、普通歐螈、高山歐螈。

高山 歐螭	卵												
	幼體												
	成體												
掌歐 螭	卵												
	幼體												
	成體												
棕色 鋤足 蟾	卵												
	幼體												
	成體												
大蟾 螭	卵												
	幼體												
	成體												
黃條 蟾螭	卵												
	幼體												
	成體												
捷蛙	卵												
	幼體												
	成體												
歐洲 林蛙	卵												
	幼體												
	成體												
歐洲 水蛙	卵												
	幼體												
	成體												
湖側 褶蛙	卵												
	幼體												
	成體												
		一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	十 二 月



卵



幼體



成體棲息於水中

瀕危情況

相當大比例的兩棲動物都處於瀕危的情況，根據巴伐利亞邦 2003 年的環境保護法，高達 63% 的兩棲物種都在國際自然保護聯盟瀕危物種的名單上。導致瀕危的原因相當複雜，基本上有：

- **產卵水域的生態環境耗損及破壞：**自然平原及池塘由於濕地排水以及人工填海等措施而逐漸消失，剩下的水域也大多被魚類養殖業所利用而只能做為繁殖期的水域而非幼體棲息地。
- **河道的疏通導流：**人類將河流截彎取直以及建造溝渠，經常造成周邊濕地的水分流失，也使得支流遍布區域縮小，因而許多兩棲動物的夏季棲息地逐漸消失。特別是水壩的建造造成棲息地相當嚴重的破壞。
- **人類街道及交通狀況對於幼體遷徙時造成的影響。**
- **魚類養殖：**a) 幼體適於棲息的河岸區域以及斜草坡為魚類養殖而遭受破壞，使得重要的繁殖區域以及養分來源逐漸消失。b) 魚類養殖常使得水域環境變得貧瘠，如鱒魚便是掠奪性相當強的一種，通常只有大蟾蜍能與魚類在同一水域共存。c) 池塘、沼澤的淤塞：任何的水域都應該要有規律換水的機制，以魚池為例，通常應至少一年換一次水。
- **農場(牧場)：**農場或牧場使用的殺蟲劑，能輕易地穿透兩棲動物的皮膚。如礦物性的肥料通常具有高度腐蝕性，對於兩棲動物的皮膚會造成劇烈的影響。特別是當農場或牧場剛好位於棲息地或是遷徙路線上，這樣的影響特別嚴重，因為在耕作時使用的農藥，往往會由於農地的排水而直接流入棲息水域，而在融雪後初春遷徙的兩棲動物，也會因為經過農地附近的草地而遭受到殺蟲劑或農藥殘留的毒害。
- 由於農業和農藥使用的加劇，昆蟲、蜘蛛和蠕蟲等**食物供應減少**，導致結構性枯竭。
- 環境過度開發造成**夏季棲息地和渡冬機會減少**。
- **水污染／優養化：**夏季耗氧造成蝌蚪及幼體的死亡。

兩棲動物保育

保育兩棲動物最好的方式，應從其**棲息地的保護及增加**先做起：

- 設立幼體棲息地的保育區，並維持良好的水質。
- 確保並回復水域的自然情況，如河谷區域的水流分布，或淨水區域的河岸與淤積範圍。
- 潮間帶為重要的幼體棲息水域，應確保不受污染或任何人為干擾。
- 豎立圍籬或種植針葉及落葉林圍繞並保護兩棲動物的夏季及冬季棲息地。
- 支持生態農場的設立及營運，避免使用殺蟲劑而提高自然環境的多樣性。
- 保護兩棲動物的遷徙路線，如設置人工通道，使兩棲動物在遷徙時能由通道過街。但此通道的設置通常在初期無法獲得很大的成效，因此仍應在遷徙路線的街道設置標語，提醒人們此處經常有兩棲動物經過。

學校的花園：如果學校的花園有足夠的面積以及充足的環境條件，通常也可以是兩棲動物理想的生活區域，而學生們也能經由長年與兩棲動物的接觸及照顧，而對兩棲動物保育有足夠的認識。

先決條件：

- 一如先前提過的，某些兩棲物種的繁殖水域與棲息地點相距可達數公里，如要設置學校的兩棲生態花園，地點應為於棲息地的周遭。
- 良好的計畫：要設置出結構完整的水域，旁邊應圍繞足夠的石頭及樹枝。
- 老師長久的照護：學校設置的花園或水池也都屬於重要的文化資產，應有人不間斷地照料及關注。

街道上的保護措施：巴伐利亞地區至今為人所知的兩棲動物遷徙路線有一千三百多條，在許多路線上都已設置了人工通道，用以集中遷徙的兩棲動物並引導他們過街，如此便不會受到交通情況的威脅。由於這樣的安全措施設置，由於交通意外而造成的兩棲動物死亡率自 70 年代大幅下降。同時，這樣的人工措施也能讓孩子們有機會接觸到兩棲動物。

參考文獻

圖鑑類

Nöllert, A.u.L.Nöllert (1992):

歐洲的兩棲動物：兩棲動物的棲息區域、瀕危情況以及保育。(Die Amphibien Europas: Bestimmung, Gefährdung, Schutz.) Franckh-Kosmos-Verlag.Gebundene Ausgabe (出版社)
內容完整，田野調查必備隨身參考圖鑑

Galandt, D (2008):

當地的兩棲動物 – 所在區域 – 觀察 – 保育。(Heimische Amphibien – Bestimmen – Beobachten – Schützen.) Aula Verlag, Wiebelsheim. (出版社)

詳細描述所有兩棲動物物種，包括其所在區域及保育狀況。隨書附的 CD 錄有兩棲動物交配期的叫聲，亦可於田野調查時使用。

Berninghausen, F. (2006):

這是哪種蝌蚪？(Welche Kaulquappe ist das?) Naturschutzbund Deutschland, Hannover. 4.Auflage (出版社)

專業書籍

Bund Naturschutz, Hrsg (2007):

兩棲動物的魅力。(Faszination Amphibien) Regensburg.

Günther, R., Hrsg. (1996):

德國的兩棲動物及爬蟲類。(Die Amphibien und Reptilien Deutschlands) Gustav Fischer Verlag. (出版社)

深入的兩棲動物知識，有超過 800 頁對於德國境內兩棲動物及爬蟲類的詳細知識。

Sachs-Ternes, W. & Jaschke, T & Schlupp, I. (2004):

人工街道措施建造前後的兩棲動物遷徙情況及死亡率：物種保護措施的真實案例紀錄。(Wanderaktivität und Mortalität von Amphibien vor und nach einer Straßensperrung:

Erfahrungsbericht über den Erfolg einer Artenschutzmaßnahme) Natur u. Landschaft 79: 26-30.

Steinbach, Podloucky & Roche (2001):

花園裡的蛙鳴交響曲 (Froschkonzert im Garten) Kosmos, Stuttgart. (出版社) 附 CD

Engelhardt, W.; K. Rehfeld u. P. Martin (2008):

有什麼住在池塘、溪流和魚塘：不同水域中的動植物。(Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher: Pflanzen und Tiere unserer Gewässer.) Kosmos Verlag, Stuttgart.

適合田野調查攜帶的專業書籍，可用以辨認水域中的動植物。

相關網站

www.amphibien.hund-naturschutz.de

巴伐利亞地區的兩棲動物檢索表及詳細的各種保育方式。當地物種的簡要說明以及各物種附近設置的人工通道。

www.kaulquappe.de

附有圖示的兩棲動物檢索表，包括幼體階段以及成體

www.froschnet.ch

生動描繪兩棲動物的生活方式，二分法的生物檢索表

www.erdkroete.de

實地記錄大蟾蜍的生活狀態以及其生態背景介紹。內容豐富的參考網站

www.amphienschutz.de/schutz/artenschutz/ffh.htm

詳細提列兩棲動物的保育狀況，內容豐富的參考網站

www.lfu.bayern.de/natur/daten/artenschutzkartierung/amphibienkartierung/index.htm

巴伐利亞地區的兩棲動物分布情況

www.schule-bw.de/unterricht/faecher/biologie/projekt/amphibien

關於兩棲動物的知識小問答

有關單位

自然保護局以及自然保護圓群協會可提供兩棲動物遷徙路線的資料（詳細地址請見附錄 D 及 H），除了已經施行或計畫中的保育措施，這兩個單位也致力於與學校教育相關的保育計畫。

自然保護圓群協會目前已有超過千名的志工在各處型保育行動（包括街道上的保護措施，水域及棲息空間的保育，詳見網站：www.amphibien.bund-naturschutz.de。）另外的重要單位則是各地方的自然景觀保護協會。

2. 關於兩棲動物的法令

根據聯邦自然保護法(BartSchV)，所有的兩棲動物都是受到保護的，下列粗體類型也受到嚴格保護。下列為巴伐利亞目前的紅皮書狀態（2003年巴伐利亞瀕危動物紅皮書）

受保護的蝾螈及水蝾 **IUCN 物種紅色名錄瀕危等級**

黑真蝾 (<i>Salamandra atra</i>)	--
皮質冠歐蝾 (<i>Triturus carnifex</i>)	資料不足
大冠歐蝾 (<i>Triturus cristatus</i>)	嚴重瀕危
高山歐蝾 (<i>Triturus alpestris</i>)	--
掌歐蝾 (<i>Triturus helveticus</i>)	--
火蝾螈 (<i>Salamandra salamandra</i>)	易危
普通歐蝾 (<i>Triturus vulgaris</i>)	近危
蟾蜍科及蛙科：	
大蟾蜍 (<i>Bufo bufo</i>)	--
負子蟾 (<i>Alytes obstetricans</i>)	瀕臨滅絕
多彩鈴蟾 (<i>Bombina variegata</i>)	嚴重瀕危
歐洲林蛙 (<i>Rana temporaria</i>)	近危
萊桑池蛙 (<i>Rana lessonae</i>)	資料不足
黃條蟾蜍 (<i>Bufo calamita</i>)	嚴重瀕危
綠蟾蜍 (<i>Bufo viridis</i>)	瀕臨滅絕
歐洲樹蛙 (<i>Hyla arborea</i>)	嚴重瀕危
棕色鋤足蟾 (<i>Pelobates fuscus</i>)	嚴重瀕危
田蛙 (<i>Rana arvalis</i>)	瀕臨滅絕
湖側褶蛙 (<i>Rana ridibunda</i>)	--
捷蛙 (<i>Rana dalmatina</i>)	易危
歐洲水蛙 (<i>Rana esculenta</i>)	--

根據聯邦自然保護法第四十四條第一項第一條明令：禁止獵捕及宰殺是保護的野生動物物種。這也是適用於兩棲動物的禁捕令。

但根據 2008 年 6 月 3 日通過的物種保護除外條款規定，在巴伐利亞境內允許以教育為目的捕捉特定種類的兩棲動物：

「根據巴伐利亞聯邦法第三章（關於教育及課程），教職人員（符合巴伐利亞兒童教育及照護法第二章之規範），可在公共或私人的教育機構（符合巴伐利亞教育及課程法第三章之規範）內的池塘或花園養殖特定品種的受保護兩棲動物，作為教育用途。」但前述表中列為嚴重瀕危或瀕臨滅絕的物種則是絕對禁止的。即便是以教育用途接觸、拿取動物，也必須特別注意動物的情況且盡快將動物放回自然環境中。

若有其他可能違反禁令的教學行動，聯邦自然保護法第四十四條也詳細規範了向有關單位的申請辦法。（附錄 B 有詳細說明，附錄 C 則有各相關單位的聯絡地址）在捕捉兩棲動物前的準備，應選擇適於常見物種的水域（如大蟾蜍及林蛙），但也同時要注意，這些區域通常都是特殊保育區，在區內也有另外的保護法來規範。

接觸兩棲動物

在接觸兩棲動物之前，應對學生說明兩棲動物的特性以及適當的接觸方式，務必謹慎且盡量以動物的角度設想。建議參照如下的措施（方法）：

- 準備醒目的標語，「注意周遭的兩棲動物！」可隨時提醒學生們注意自己的行為不要對動物及環境造成影響。
- 事先制訂與兩棲動物接觸的注意事項與規定，並向學生詳細說明：
 - 抓取兩棲動物時，必須保持雙手潮濕而且不能抓得太緊。
 - 在接觸兩棲動物後不能碰觸自己的眼、口、鼻，而要先洗手
- 而在開放區域則須遵守如下規定：
 - 不能踩踏到動物！慢慢走，且要特別注意地面上的水蚤及水蠅。拿取動物時務必動作輕慢，且不要拿取太長時間；觀察動物時，盡可能以潮濕的手抓取。

3. 觀察活動

活動的目的

- 認識當地兩棲動物的多樣性
- 認識兩棲動物體格發展與環境適應的關聯性
- 了解並認同人類應肩負保護兩棲動物免於滅絕的責任

活動主題

- A1 兩棲動物的遷徙
探訪兩棲動物的遷徙路線，認識觀察成體動物以及其生活空間的變化
- A2 兩棲動物的多樣性
了解各個發育階段，勘查兩棲動物的生活空間
- A3 飼養蝌蚪
觀察變態階段
- A4 深入研究兩棲動物的出現
建議可作為高年級的科學報告主題：生態、危害及保育

附錄表

- 附錄 A 1_1 蛙科及蟾蜍科的生物檢索表
- 附錄 A 1_2 成體水螈及蠃螈的生物檢索表
- 附錄 A 2_1 幼體型態知識卡
- 附錄 A 2_2 大蟾蜍及林蛙的幼體 (卵及蝌蚪) 知識卡
- 附錄 A 3_1 林蛙從蝌蚪發育成成體的生活行為說明
- 附錄 A 4_1 教師測驗及評分學生對於兩棲動物分類的認知

活動主題 1

兩棲動物的遷徙

專業背景知識

兩棲動物各物種在遷徙時各自都有不同的方式，但都會因為沿路地形的變化而可能遭受危險。因此，在遷徙的路線上必須指明可能的危險之處。即便是交通密度低的路線，兩棲動物仍在遷徙時有相當高的死亡率。如下是巴伐利亞地區 2001 年對於大蟾蜍數量的觀察：

交通密度(車輛數/每小時) → 因交通意外而死亡的比例

1-20	→ 12%
21-40	→ 50%
41-60	→ 77%
61-80	→ 80%

為兩棲動物建造的專屬通道只是應急的權宜之計，但卻無法提供最佳的保護。對於兩棲動物數量維持或增加相當重要的繁殖期遷徙，一定得經由如專屬通道的保護措施。(見圖七)

產卵期較早的兩棲動物，當三月初的夜晚開始變得潮濕而無霜，就會開始產卵水域遷徙。各個物種每次遷徙幾乎都會選擇相同的路線，通常在遷徙季節可同時遇見林蛙、大蟾蜍以及普通歐螻，可藉此觀察這幾種動物的產卵情況，同時也是接下來活動主題三取樣兩棲動物幼卵的機會。



圖 7：人工建造的兩棲動物保護圍欄以及固定在路面的過接通道

季節：3 月、4 月

級別：小學、國中

執行：容易

活動目的

- 認識當地兩棲物種的多樣性
- 藉由與兩棲動物的直接接觸，建立學生與動物的情感性的連結
- 培養對環境的責任心，注意與兩棲動物接觸的細節，並在接觸後親自放回自然環境(水域)
- 了解兩棲動物的保育，包括對其棲息環境的維護及發展
- 認知到人類對於兩棲動物生存情況的影響

活動材料

- 附錄 A 1_1 蛙科及蟾蜍科的生物檢索表
- 附錄 A 1_2 成體水源及蠃螈的生物檢索表
- 附錄 A 2_1 幼體型態知識卡
- 小水桶
- 救生衣



圖 8：捕捉成果：水桶內的大蟾蜍及普通歐螻



圖 9：兩棲動物援救行動讓孩子們留下深刻印象

安全規定建議

(在活動之前宣導)

活動地點應選在交通密度較低且設有保育圍欄的地方，與街道應有適當的距離；若有潛在的危險性，家長越應該要陪同參與。家長應穿著黃色警示背心，並備有警語告示牌。

活動執行

- 二月份開始兩棲動物主題相關的活動，並以保育活動作為結業活動。
- 向有關單位詢問已經受到管理的兩棲動物遷徙路徑，如各地方政府的自然保護局。
- 與活動地點的管理員商討活動流程。
- 在白天進行活動的好處：可由活動地點的管理員以適當方式接觸並展示兩棲動物。學生們也能全面性的觀察整個環境，包括棲息空間、遷徙路徑等等。
- 在夜晚進行活動的好處：可能有野生的兩棲動物從黑暗中悄悄出現並發出悉窣聲，這通常能讓學生留下相當深刻的印象。學生們應穿著反光背心，帶有頭燈或是手電筒來觀察兩棲動物。基於安全考輻，家長應陪同參與。
- 活動時間應訂在三月份，因為兩棲動物通常在三月份天氣開始變溫和時開始。最理想的時間點為氣溫升溫至 8°C 且夜晚由乾冷變的溫暖潮濕的時候。
- 兩棲動物保育區應選在大眾交通工具可到達處。
- 應注意天氣狀況穿著適當衣物。

兩棲動物遷徙活動流程

中小學	中學 (10-16 歲)以上
<ul style="list-style-type: none"> • 在防護圍欄外觀察及接觸兩棲動物，理解兩棲動物在環境中的弱勢。防護圍欄的設置，可集中兩棲動物的聚集。 • 說明各項保育措施的功能。 • 捕捉到的動物應小心地帶領穿過街道，或由棲息水域的邊緣放生。藉此可觀察兩棲動物在環境轉換的適應情況。 • 在棲息水域旁可仔細觀察動物的行為，由圍欄外抓取動物（一種類一隻），觀察他們的呼吸、皮膚外觀、移動以鼓囊發聲的溝通方式並討論該動物的特徵以及如何適應水域生活。（小秘訣：麻擦充滿氣的氣球使其發出微弱的聲響，以展示鼓囊的功能） • 大蟾蜍實驗：如何辨認公蟾蜍及母蟾蜍？抓取蟾蜍時扶起其前肢，若辨認出公蟾蜍就舉手呼喊。當發現有蟾蜍緊緊抓住另一隻蟾蜍時，詳細檢查是否為一公一母，通常公蟾蜍會對母蟾蜍快速的碰撞，並發出聲響（嗚嗚聲），這通常被稱為「釋放叫聲」。而後，公蟾蜍會放開並繼續找下一個目標。 • 學生藉由比較動物之間的不同處，並認識物種的多樣性。 • 結業活動：我是誰？準備貼有兩棲動物圖片的卡片，每張卡片由六個部分組成，貼在參與學生的背上，參與者藉由是非題相互問答來得知是哪一種兩棲動物。每個參與者必須解答出兩棲動物的種類，並回答出代表的動物。 • 結業活動：抓青蛙。以鸛鳥的方式，用四肢同時跳躍，向下捕捉青蛙。捕捉到青蛙的，就去協助其他參與者。 	<ul style="list-style-type: none"> • 在防護圍欄外觀察及接觸兩棲動物，在動物管理員的同意下抓取動物，描述所捕捉到的動物並以相關圖卡輔助說明，學生應能自己完整地描述動物身上的特徵。 • 在棲息水域旁可仔細觀察動物的行為，由圍欄外抓取動物（一種類一隻），觀察他們的呼吸、皮膚外觀、移動以鼓囊發聲的溝通方式並討論該動物的特徵以及如何適應水域生活。（小秘訣：麻擦充滿氣的氣球使其發出微弱的聲響，以展示鼓囊的功能） • 學生在產卵水域也可進行其他的觀察，如水域的結構、產卵區域、水中的藻類及其他類植被。另外，可記錄產卵水域周邊的溫度曲線變化，觀察溫度變化對於產卵情況的影響。 • 學生們可藉由觀察兩棲動物對於水上及陸上環境的適應，了解其體型發展與生活方式的相關性。 • 理解兩棲動物的遷徙行為以及水陸棲息空間的不同：冬季棲息地（無雙的地洞或地面的裂縫），春季棲息地（生育期的產卵水域），夏季棲息地（通常是落葉林或小樹林） • 理解並分析兩棲動物的瀕危情況及造成瀕危的原因：對於產卵水域的人為干擾，城市街道的建造及河流的疏通，養殖漁業對於水域的汙染（糞便）。兩棲動物需要乾淨的水質以及結構緊密的生活環境。 • 討論可行的保育方法：設置兩棲動物保育區、兩棲動物專屬通道、人工的產卵水域、警語標示等等。保育措施應主要以增進兩棲動物的數量為目的：應能幫助整體兩棲動物的長期存活，而不是只針對某一物種。而在不同地點環境，應權衡採取不同的保育方法及配套措施。

活動主題 2

兩棲動物的多樣性

專業背景知識

整個夏季期間都能在靜止水域觀察到兩棲動物，在初春或初夏時也可選擇氣候溫和的日子到此實地探查。



圖 10：在小範圍水域的實地體驗



圖 11：在小範圍水域的多彩鈴蟾

安全規定建議

(在活動之前宣導)

活動地點應選在交通密度較低且設有保育圍欄的地方，與街道應有適當的距離；若有潛在的危險性，家長越應該要陪同參與。家長應穿著黃色警示背心，並備有警語告示牌。

若要抓取動物，須確保雙手保持潮濕且不能抓握得太緊。接觸過後須立刻到水邊洗手。

季節：5月、6月

級別：小學、國中

執行：容易

活動目的

- 實際體驗兩棲動物的棲息環境
- 了解當地兩棲動物的多樣性
- 藉由與兩棲動物的直接接觸，建立學生與動物的情感性的連結。
- 認知兩棲動物體格與環境轉換適應的關聯性
- 培養對環境的責任心，注意與兩棲動物接觸的細節，並在接觸後親自放回自然環境（水域）
- 認識水域與周遭環境的生態關聯性。
- 了解兩棲動物的保育也包含對於棲息環境的保護。

活動材料

- 附錄 A 1_1 蛙科及蟾蜍科的生物檢索表
- 附錄 A 1_2 成體水源及蝶蟾的生物檢索表
- 附錄 A 2_1 幼體型態知識卡
- 玻璃容器、觀察罐、小水族箱
- 捕魚/蟲網
- 照相機或帶照相功能的手機
- 紙筆，可描繪水域環境及與兩棲動物相關的环境結構
- 附錄 A 2_2 大蟾蜍及林蛙的幼體(卵及蝌蚪)知識卡
- 相關圖鑑（見專業書目）

活動執行

- 在活動前先探訪要前往的水域，先行了解水域中蝌蚪的發育情形(階段)。最好能選擇熟悉地點的水域，或是向地方政府的自然保護當局詢問。
- 選擇進行活動的水域，應位在大眾交通工具可到達的區域。
- 在被允許的情況下，可選擇私人所有的水域

田野活動流程

中小學	中學 (10-16 歲)以上
<ul style="list-style-type: none">• 靜止地觀察：我看到什麼？在哪裡有些什麼東西？為什麼觀察這個的地方？研究觀察水域各種結構與兩棲動物的關係。• 巡視水域的岸邊，觀察兩棲動物對於外來影響的逃離反應並辨認動物身上的特徵，同時也可觀察水域內及岸邊，如藻類植被及其他植物的生長。• 讓學生可用準備好的網子來捕捉成體的兩棲動物或是蝌蚪，並放入事先準備的玻璃容器中。• 讓學生觀察及描述所捕捉到的動物，並以準備好的檢索表或圖鑑輔助，辨認出動物的種類。• 藉由氣球為道具來展示鼓膜的功能（對於樹蛙的日間生活有相當大的作用），並使學生能領會到兩棲動物的不同之處。• 捕捉不同發育階段的幼卵及幼體並放置在不同的玻璃容器或觀察罐中，並繪製相應的發展曲線。• 結業活動：我是誰？準備繪有不同發育階段的圖卡，每張卡由六個部分組成，每個參與者背上都貼有一張圖卡，參與者之間以是非題做問答來解答出自己背上的圖卡是代表哪個發育階段。解答圖卡後還需說出該階段的特徵，並指明該特徵與發展階段的關聯性。	<ul style="list-style-type: none">• 靜止地觀察：我看到什麼？在哪裡有些什麼東西？為什麼觀察這個的地方？研究觀察水域各種結構與兩棲動物的關係。描繪水域環境以及周遭相關的環境結構。仔細的觀察並辨認水域環境結構對兩棲動物的意義。• 讓學生在水域旁用網子捕捉不同發育階段的動物，並以檢索表及圖鑑輔助，描述及說明該動物的特徵並辨認出種類。• 以捕捉到的動物就各個方面來討論兩棲動物對於水陸環境轉換的適應，包括呼吸、皮膚變化、移動、偽裝即餵養方式。而兩棲動物的體型和體格與生活方式的關聯性是相當明顯的。• 用幻燈片來說明兩棲動物的各個發育階段，學生應依序排列兩棲動物的變態階段：產卵→受精→受精卵→蝌蚪→蛙科/有尾目成體動物。• 繼續以圖鑑輔助來辨認所有捕捉到的動物。• 理解兩棲動物的遷徙行為以及水陸棲息空間的不同：冬季棲息地（無雙的地洞或地面的裂縫），春季棲息地（生育期的產卵水域），夏季棲息地（通常是落葉林或小樹林）• 了解兩棲動物的瀕危情況並分析造成瀕危的原因，紀錄所在地的生態情況。• 討論可行的保育方法：設置兩棲動物保育區、兩棲動物專屬通道、人工的產卵水域、警語標示等等。• 保育措施應主要以增進兩棲動物的數量為目的：應能幫助整體兩棲動物的長期存活，而不是只針對某一物種。而在不同地點環境，應權衡採取不同的保育方法及配套措施。

活動主題 3

養殖蝌蚪

專業背景知識

蝌蚪的變態過程可算是最為精彩的自然體驗。從 3 月中開始便可開始觀察大蟾蜍及林蛙的蝌蚪，在天氣狀況穩定的情況下，這兩種蝌蚪的變態過程大約是八周。

不同種類的幼卵具有不同特徵的外觀，蛙卵呈球體並漂浮於水面，一次產卵約有一千顆；蟾蜍卵則呈長型膠條狀，約 1 至 5 公尺長、5 至 8 公厘寬，每次產卵約有兩條或四條。（見附錄 A 2_1）母蟾蜍產卵時通常會在水域內的植物周圍繞圈，使產下的卵條能纏繞在植物上。每隻母蟾蜍約可以產出六千顆卵，且產卵時間達 12 個小時之久。林蛙則偏好在岸邊產卵，而在較大的水域通常同時有數隻林蛙產卵，因此可見面積達數平方公尺的蛙卵。

季節：3 月、4 月

級別：小學、國中

執行：中等

活動目的

- 認識兩棲動物作為脊椎動物的特徵
- 認識兩棲動物在不同生活環境的適應方式
- 藉由與兩棲動物的接觸了解人類的保育責任
- 體驗變態過程的神奇之處

準備材料

- 向地方政府自然保育單位索取取樣幼卵及蝌蚪的注意事項規章並提出申請。（至少在活動時間的四周前；見附錄 B 和附錄 C）
- 附錄 A 2_1 幼體型態知識卡
- 附錄 A 3_1 照護林蛙的注意事項
- 準備附有旋塞的玻璃容器來取樣幼卵
- 將水族箱放置在**半遮蔽且陰涼**的位置，蝌蚪的發育需要有直接的陽光照射。陽光不足的情況下，蝌蚪的前腿將無法完全發育。
- 水族箱的大小要能容納十至五十公升的容量。在活動初期，水族箱住滿**四分之三**的水量，但在活動最後階段應**最多只有三分之一**的水量。
- 裝置外部幫浦來維持水族箱內的通風，但**不能**裝設水族箱過濾器，因為可能把蝌蚪吸入造成傷害或死亡。水族箱內的水不能重複循環使用。
- 水族箱底部應鋪滿小碎石，並放置數個帶有藻類植被及樹根的大石頭。
- 用金魚的乾飼料及刷洗乾淨的沙拉葉做為營養供給。
- **不可用加氯的水**，建議使用池塘的水或是無味的自來水。要注意水中不可有重金屬殘留。
- 以軟管來換水，每次只能替換三分之二的
- 使用幫浦及打氣機來維持通風品質。
- 在水族箱邊緣放置一到兩個大石堆、軟木塊或發泡板來充當陸地，讓發育較早的幼體能有陸地使用。
- 使用木框加紗窗來做為水族箱的上蓋（或其他類似的材質），需盡可能保持空氣流通。但不能讓幼體有逃離水族箱的可能，否則幼體木乃伊化（乾枯）而死亡。
- 觀察紀錄本



圖 12：大蟾蜍的蝌蚪發育階段。此圖展示的是幼體階段的倒數兩周，最後發育為可在陸上生活的動物。

母蛙卵巢內的卵成熟之後，經輸卵管下降到子宮，因此成熟準備產卵的母蛙下腹部看起來都大大的。交配的時候，公蛙和母蛙的泄殖腔口都盡量靠近，並同時排卵及排精，以提高受精率，公蛙的後腳曲成漏斗狀緊緊夾住母蛙。

依照環境溫度變化的不同，胚胎階段通常需要十天至四周的時間。然後蝌蚪孵化並脫殼而出，蟾蜍的蝌蚪呈黑色，蛙類的蝌蚪則帶有深咖啡色的斑點。蝌蚪在孵化過程中需要費力地扭動，才能完成脫殼的步驟。孵化的蝌蚪大約 8 至 9 公厘長，頭部長有束狀的鰓，藉由可吸附物體的嘴部(厚唇)，蝌蚪可緊緊吸附在原先的膠殼上並以體內殘存的卵黃供給營養。

在十天之後，蝌蚪的腮會由皮膚皺摺處繼續向外發育，尾巴也會長大，而嘴會張開。此階段的幼體蝌蚪會以水面的碎屑及藻類進食，用嘴裡的角狀小牙來咀嚼。現階段的鰓仍是內部器官的功用。

在四周之後蝌蚪的四肢都會長出，下一階段是後腿的發育。四周後過一天，前腿發育的更為明顯，此階段的蝌蚪動植物都會進食以供給營養。在前腿完全發育完成後便進入幼體的最後階段：在四肢長出的四周後，尾巴開始縮小，體內的腸子縮短，肺逐漸發育完成於是腮便消失。頭部的變化也相當明顯：嘴部開始變化，眼瞼及鼓膜發育。

蝌蚪在最後階段會長到 40 公厘長，在這二到三個月的幼體階段後，身長也會由於尾巴的縮小而縮短，整個軀幹也漸漸縮小。

林蛙及蟾蜍的成熟期大約是三年，在第一年內體型就會有顯著的增長。

選擇適合的種類

對於幼卵的取樣通常建議大蟾蜍或林蛙，因為這兩種都不屬於瀕危物種且易於在一般水域遇見。大蟾蜍及林蛙的卵通常大量聚集在水域，非常顯而易見。蝶螈的幼卵就不是適合的選項，因為蝶螈每次只產一顆卵。

活動執行

觀察兩棲動物的變態過程需要很長的時間，應將此視為長期的項目並制訂完善並合適的學習計畫。

蝌蚪取樣

- 只能在申請批准的地點取樣蝌蚪或幼卵。
- 最好只取樣幼卵，取樣時應只取數個且不對其他卵塊或卵條造成影響。
- 由池塘來取樣，並以玻璃罐同時取樣池塘水。如果需要長時間的車程，應偶爾打開容器的上蓋維持通風。
- 第一次的注水應使用取樣水域的水，但水中不可帶有其他動物。所有的動物幾乎都會吃蝌蚪，只要有一隻蜻蜓的幼蟲，就可能危及水族箱內所有的蝌蚪。
- 水族箱內的生物密度應保持在每公升 5 隻蝌蚪。若是十公升的水族箱，最多只能放 30 到 50 顆卵。越是密度高的水族箱越應該經常換水，否則會減緩蝌蚪成長的速度。



圖 13：林蛙即將孵化的卵塊

重要事項：即使是周末或假期，也必須有人每天餵養水族箱內的蝌蚪。若是水族箱內的蝌蚪數量越少而水中植物越多，則越不需要經常的照護。藉由照顧蝌蚪也可培養學生的責任感。

水族箱的運作

- 水族箱內的溫度不可超過攝氏 35 度。
- 當箱內的水稍微變得混濁時就應該要換水，每周應換水一到兩次。每次換水最多三分之二的水量，水族箱的牆面應保持一面乾淨透明，以利觀察及攝影紀錄。
- 除了魚飼料也可用以清水清洗過的沙拉葉來餵養蝌蚪，但每天應一到兩次少量餵養，每次餵養應控制在一小時內能吃完的量，否則過多的剩餘飼料容易造成水族箱內細菌滋長及藻類過度成長，水質容易變得混濁，氧氣品質下降，箱內蝌蚪很可能在數小時內就窒息死亡。

放生兩棲動物

- 當蝌蚪開始長出四肢，尾巴開始縮小時，就是放生的時機。在這個階段，變態中的蝌蚪已經開始要轉換到陸上生活，呼吸方式完全以肺為主，而在水族箱內窒息的風險也增加許多。此時已長腳的蝌蚪也可能沿著水族箱壁往外爬，若是逃出水族箱，則可能在箱外的任何一處乾枯而死。此時應準備好帶有足夠遮蔽的陸地空間，而接下來的發育階段及轉換，並不適合繼續棲息於學校的水族箱內。
- 即使是大蟾蜍和林蛙這些常見的物種，都應該要在適合的地點放生，最好是能在當初取樣的區域附近來進行放生。
- 在正確的時間點放生，並讓小動物有足夠的時間去適應環境的濕度及氣候。
- 注意：五六月的時候 (德國的聖靈降臨節假期) 剛好也是兩棲動物開始變態發育的時候，在適當的情況下應在假期之前將所有的蝌蚪帶回水源地放生。

活動主題 4

認識兩棲動物的出現

建議作為高年級的自然科學研究主題：生態學、瀕危情況以及兩棲動物保育。

專業背景知識

兩棲動物是需要高度保育的物種，原因在於兩棲動物對於環境的永續性有很高的重要性。建議採取如下的方法：

- **紀錄幼卵數量**（3月）：觀察幼卵是評估兩棲動物數量很好的方式，對於林蛙及捷蛙特別適用。母蛙通常會產下一個卵塊(球狀)，卵塊會漂浮在水面，易於觀察及計算幼卵數量。當同一水面上的多個卵塊結合在一起時，便可用這樣的法則來計算：一平方公尺大的卵塊含有大約七十顆卵。
- **觀察**（3月份至5月初）：探訪水域的岸邊，觀察各個區段不同的環境結構。
- **製圖紀錄兩棲動物的叫聲**（5月/6月，建議選擇天氣開始變暖的晚上）：通常在傍晚就能發現呱呱叫的公蛙(公蟾蜍)。
- **遷徙路線的方向**（3月初至6月底）：兩棲動物的遷徙路線通常是固定的，目前修建的保育通道通常有25公尺長，並與一般街道呈十字交叉，在交叉處之下的通道內會放置底部平整的小桶子。特別注意：通道的地面必須平整且不能有空隙。在桶子底部放置潮濕的樹葉且每天早上都要檢查，如此才能防止兩棲動物在通道內乾枯。建造通道的材料可參考春季遷徙路線的環境，或向自然保育局諮詢。藉此可觀察兩棲動物前往及離開產卵水域的遷徙路線和方向。
- **設置安全網**（5月初到7月中）：只有成功的繁殖才能維持兩棲動物存在的穩定。在水域邊設這漁網有助於查證幼體及蝌蚪從卵孵化及發育的情況。

田野調查往往需藉由捕捉小部分的動物來近距離接觸，才能觀察並量化紀錄。兩棲動物出現的頻率及生長發育階段可使用半定量分析的方法。而製圖分析的結果對於自然保育的意義，能指名不同物種相遇的可能性。這可能與不同地區不同物種出現的頻率有關：在較多大蟾蜍群聚的區域內，通常有五百隻以上的動物，若區域內的大蟾蜍較少，其他動物的數量也相對較少。不通區域內兩棲動物出現的頻率，也可向地方政府自然保育局諮詢。

季節：3月、4月、5月、6月

級別：高中

執行：困難

活動目的

- 認識當地兩棲動物的物種多樣性
- 學習生物學的田野調查方法
- 了解各種生態環境條件的關聯性

活動材料

- 附錄 A 1_1 蛙科及蟾蜍科的生物檢索表
- 附錄 A 1_2 成體水螈及蝶螈的生物檢索表
- 附錄 A 4_1 兩棲動物的紀錄，判別與分類
- 錄製有蛙類叫聲的 MP3 播放器
- 數位相機；用以紀錄水域及周邊環境
- 欲拜訪水域的鳥瞰圖，可製成幻燈片（也可向有關單位索取）
- 在必要的情況下將鳥瞰圖放大至 A3 的尺寸，可用於記錄沿途的發現
- 網子
- 昆蟲觀察罐或附蓋的玻璃罐，可用於放置及觀察捕捉到的動物

實地觀察的先決條件

探訪產卵水域應先了解各物種的特性，選擇最佳的時機(該物種最可能出現的時機)。通常應該選擇天氣溫和晴朗的日子，乾旱期、寒流或是風大的時候都相當不理想。在繁殖期內應探訪產卵水域至少四次，才能完整觀察並記錄兩棲動物的各個發育階段。

觀察記錄

所有的觀察結果都應仔細的記錄下來，內容應包括：

- 數據、時間、名稱及圖表
- 觀察水域的名稱及位置
- 氣溫、風向(風量)、降水量、時間
- 捕捉動物的結果

圖表記錄必須包含鳥瞰圖(照片)，在活動開始的時候就要進行記錄，記錄內容就應包含水域源頭的環境狀況及周遭與兩棲動物生態相關的环境結構。

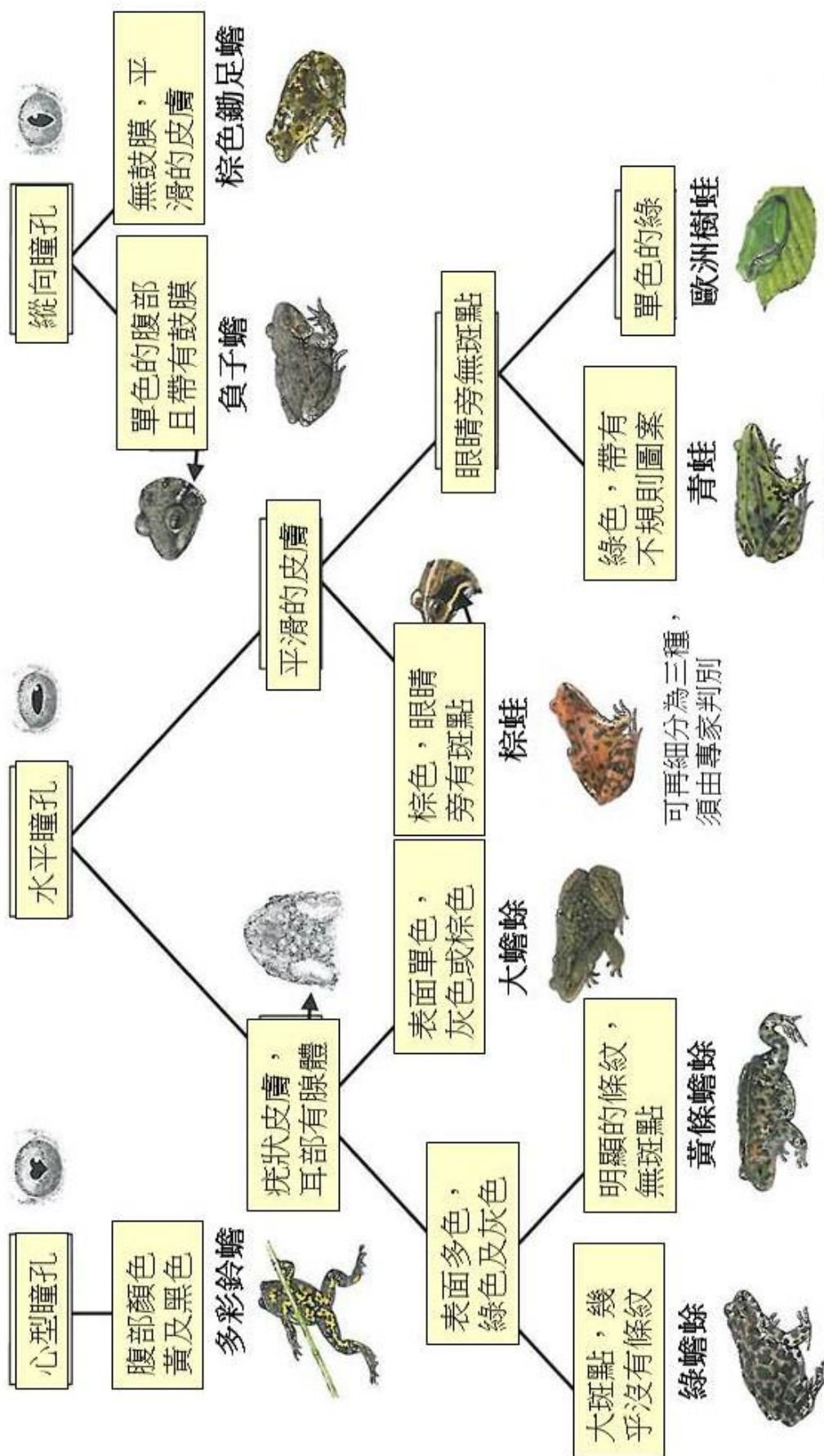
活動執行

- 觀察並記錄無尾目兩棲動物的叫聲(使用錄音裝置)。
- 準備紙本或幻燈片的觀察地點相關圖鑑、圖卡、觀察紀錄。
- 先行調查觀察地點的兩棲動物生活作息(可預期在什麼時間能看到什麼物種)
- 選擇適合的水域；基本上可選擇公園的池塘或是農場的人工池塘。
- 若選擇的地點在私人場所，確保事先得到物業所有人的同意。

其他建議

- 觀察活動可作為個人或團體的專題報告，也可找校外人士合作進行(例如兩棲動物專家)。
- 與目前的學校教育措施整合：結合學校教育對於整體保育工作是有幫助的，以往在保育研究或工作方面，經常缺乏圖表等數據資料，藉由學生的專題報告可補足。例如：兩棲動物春季遷徙的保育工作／設置保育裝置前探訪兩棲動物遷徙路線及周遭環境／探訪重要的兩棲動物的產卵水域以及兩棲動物如何選擇遷徙路線／在重要產卵水域裡的兩棲動物物種組成及出現頻率。
- 可向各地方的自然保育局諮詢適合進行專題的水域及索取鳥瞰圖或資料圖卡。
- 各項專業資料可洽自然保育局 E-mail：info@bund-naturschut.de

蛙科及蟾蜍科的生物檢索表



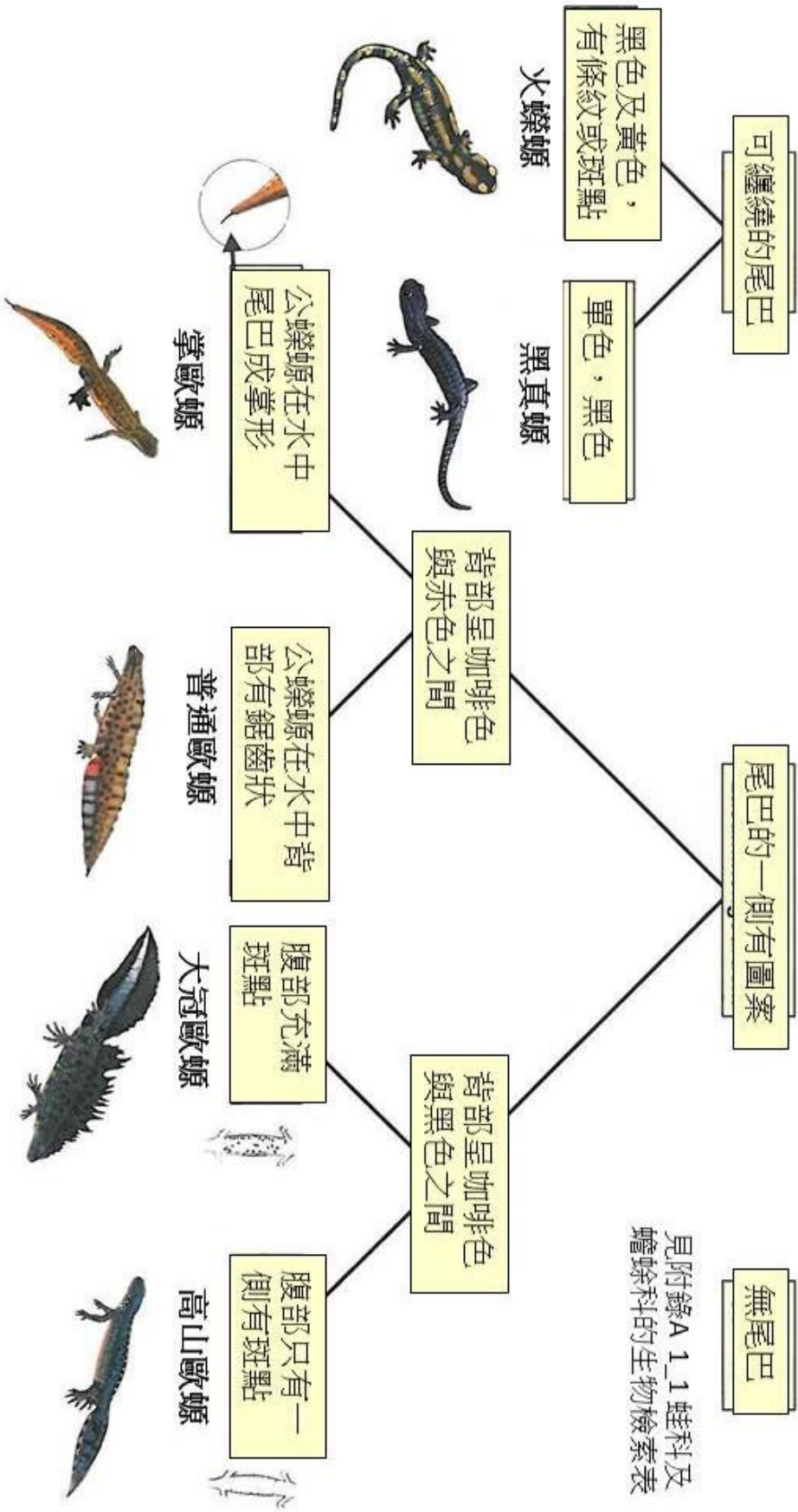
可再細分為三種，須由專家判別

可再細分為三種，須由專家判別

可再細分為三種，須由專家判別

可再細分為三種，須由專家判別

成體水螈及螈類的生物檢索表



附錄 A 2_1

幼卵種類

<p>大顆的膠狀幼卵</p> <p>歐洲林蛙：產卵於水面 其他蛙類：產卵於水中</p> <p>林蛙屬 (<i>Rana</i>)</p>	
<p>核桃般大小的膠狀幼卵</p> <p>大約 200-1400 顆淡褐色的卵，產卵於較深處的水中植物旁</p> <p>歐洲樹蛙 (<i>Hyla arborea</i>)</p>	
<p>長條形的卵條，其中的卵成黑色小圓粒狀</p> <p>蟾蜍</p> <p>長而細的卵條</p> <p>大蟾蜍：最常見的蟾蜍種類，卵條約 3-5 公尺長 綠蟾蜍及黃條蟾蜍：卵條約 1-2 公尺長，通常產卵於較淺較小且植物稀少的水域</p> <p>蟾蜍屬 (<i>Bufo</i>)</p> <p>短而如手指般粗的卵條</p> <p>如小香腸的形狀，約一公尺長，兩公分厚，通常纏繞在水中植物旁</p> <p>棕色鋤足蟾 (<i>Pelobates fuscus</i>)</p>	 
<p>較小的卵群</p> <p>通常有 2-20 顆卵，少數情況下可達 100 顆，植物稀少的水域</p> <p>多彩鈴蟾 (<i>Bombina variegata</i>)</p>	
<p>單顆卵</p> <p>通常產卵於層疊的植物中</p> <p>蝾螈屬 (<i>Triturus</i>)</p>	

附錄 A 2_2

大蟾蜍及歐洲林蛙的卵

如何取樣大蟾蜍卵：

- 卵條長達數公尺且纏繞於岸邊植物當中，非常具有特色。

- 取卵行動應合乎**自然保育法規**並事先提出申請。只有以教學為目的的取樣能合法申請
- 只能在**三月份**進行取樣來避免物種瀕危。



大蟾蜍的深色卵條與歐洲林蛙的淺色卵條相互纏繞在植物當中

如何取樣歐洲林蛙的卵：

- 繁殖期的卵塊覆蓋可達數平方公尺的面積。
- 最好在下午時進行取卵，此時的水域已受到足夠的陽光照射。
- 不可將單一的卵從卵塊中取出（可能會和捷蛙的卵搞混）。



大蟾蜍的蝌蚪呈現完全的黑色

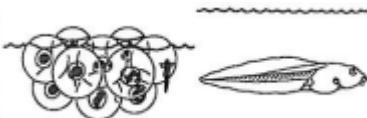

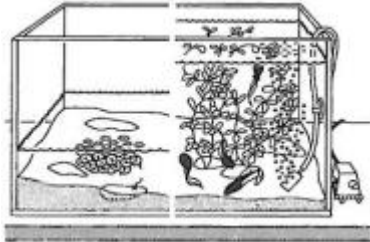
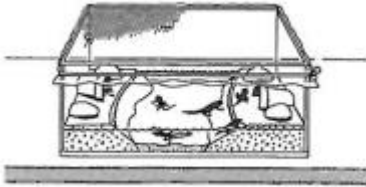


歐洲林蛙的蝌蚪呈淺褐色並帶有深褐色的斑點

附錄 A 3_1

從卵變成蝌蚪 校內活動指導

從卵到蝌蚪的照護會經歷三個階段：1. 水中階段，2. 轉變階段(變態)，3. 陸上階段

	1. 水中階段 (卵及蝌蚪)	2. 轉變階段 (變態)
		
<u>容器</u>	 開放式的長方形水族箱，長與高大約相等。水族箱的大小則依蝌蚪的數量而定（約 10-40 公升）。	 較淺的長方形水族箱或塑料箱，（如 25×10×10 cm 的大小），附有可透氣的上蓋
<u>設置</u>	<ul style="list-style-type: none"> • 底層鋪有約兩公分厚的細沙、小碎石及石頭。 • 在沙中放置一些水生植物，以及過濾器及氧氣供應裝置。 • 當發現蝌蚪經常游到水面換氣時，務必立刻換水。 	邊緣及底部都鋪上約 2-3 公分厚的海綿橡膠，在邊緣需設置小石頭為變態末期的幼體提供類似於陸地的空間。
<u>放置地點</u>	窗邊光亮處，但不能被陽光直射，有助於藻類的生長及營養供給 →重要的食物來源	不一定要在窗邊
<u>水質水量</u>	自來水或池塘水 <ul style="list-style-type: none"> • 卵→水量最多 15 公分高 • 一公分長的蝌蚪 →滿水位（可依蝌蚪數量評估） 	水位高度約在 5-10 公厘至 3 公分間。（不可超過 3 公分）
<u>生物密度</u>	每隻蝌蚪約需一公升的水量，若取樣數量過多，應放生回原生水域。	變態期通常需要三至五天，而水族箱內所有的蝌蚪通常不可能同時完成變態而史的箱內空間過於擁擠。
<u>食物供給</u>	<p>卵及剛孵化的幼體可依靠卵殼內剩餘的卵黃素存活→不需另外餵養。</p> <p>蝌蚪：可以藻類作為營養來源。</p> <p>蝌蚪的飼料：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 金魚飼料或蝌蚪專用飼料 • 放置小量以煮過的水燙過的沙拉葉在水中 • 曬乾的蕁麻粉末 <p>飼料量：應控制在一小時內可吃完的量</p>	從蝌蚪變態成幼蛙(幼蟾蜍)的狀態時，可依靠尾巴內儲存的養分來生存，不需要餵養。

	<ul style="list-style-type: none"> • 少量多餐 • 不可過度餵食 	
清潔方式	<p>當水質變差時或至少每周一到兩次換水，每次只換最多三分之二的水量（自來水或池塘水）</p> <p>若有死亡的蝌蚪應盡快取出。</p>	水質變差時做更換（能見度變差或是有異味）
發展歷時	<p style="text-align: center;"><u>卵-脫殼：</u> <u>幼體-變態：</u></p> <p>戶外 14天(10°C) 6-7周</p> <p>室內 5-7天(18-20°C) 3-4周</p>	依照氣候及環境溫度的不同，通常約需 2-5 天完成變態而成為能在陸上生活的動物。
轉換階段	<p>當前腳在囊袋中發育成型，且其中一隻前腳由袋內伸出，便是蝌蚪往下一階段發展的特徵。</p> <p>若有過多的蝌蚪或幼體，應立刻放生回原生水域。</p>	<p>當尾巴縮小且經常往陸地移動，是變態階段即將完成的特徵。</p> <p>剛完成變態的成體是很難撫育的，因此應盡快放生回原生水域。</p> <p>最多 5 隻。</p> <p>若有過多應立刻放生回原生水域。</p>



兩棲動物的幼體及變態完全的成體都應放生回原生水域。

© 蘇黎世綠色城市，自然保護部，Beatenplatz 2, CH-8001 Zürich（出版商）。

文本和插圖：Harald Cigler, Affoltern a. A.

附錄 A 4_1

兩棲動物的紀錄，判別與分類

兩棲動物物種	1=單一個的	2=數量少的	3= 現有的	4=數量較多的	5=大量的
歐洲林蛙	單顆卵 單隻蝌蚪 單隻成蛙	2-3 個卵塊 2-10 隻蝌蚪 2-3 隻成體	4-10 個卵塊 10-50 隻幼體 4-25 隻成蛙	11-50 個卵塊 51-500 隻蝌蚪 26-100 隻成蛙	>50 個卵塊 >500 隻蝌蚪 >100 隻成蛙
水蛙	單顆卵 單隻蝌蚪 單隻成蛙	2-3 個卵塊 2-10 隻蝌蚪 2-3 隻成體	4-10 個卵塊 10-50 隻幼體 4-25 隻成蛙	11-50 個卵塊 51-500 隻蝌蚪 26-100 隻成蛙	>50 個卵塊 >500 隻蝌蚪 >100 隻成蛙
湖側褶蛙	單顆卵 單隻蝌蚪 單隻成蛙	2-3 個卵塊 2-10 隻蝌蚪 2-3 隻成體	4-10 個卵塊 10-50 隻幼體 4-25 隻成蛙	11-50 個卵塊 51-500 隻蝌蚪 26-100 隻成蛙	>50 個卵塊 >500 隻蝌蚪 >100 隻成蛙
大蟾蜍	單條卵條 單隻蝌蚪 單隻成蟾	2-3 個卵塊 2-10 隻蝌蚪 2-3 隻成體	4-10 個卵塊 10-50 隻幼體 4-25 隻成蟾	11-50 個卵塊 51-500 隻蝌蚪 26-100 隻成蟾	>50 個卵塊 >500 隻蝌蚪 >100 隻成蟾
棕色鋤足蟾	單條卵條 單隻蝌蚪 單隻成蟾		2-3 個卵塊 2-10 隻幼體 2-3 隻成蟾	4-8 個卵塊 11-50 隻蝌蚪 4-30 隻成蟾	>8 個卵塊 >50 隻蝌蚪 >30 隻成蟾
普通歐螻、高山歐螻	單隻成體 單隻幼體	2-3 成體 0-2 個幼體 (每公尺的岸邊) 1-3 個幼體 (在 3 個水堰中)	4-15 隻成體 0, 3-1 隻幼體 (每公尺的岸邊) 4-10 個幼體 (在 3 個水堰中)	16-30 隻成體 1-5 隻幼體 (每公尺的岸邊) 11-30 個幼體 (在 3 個水堰中)	>30 隻成體 >5 隻幼體 (每公尺的岸邊) >30 個幼體 (在 3 個水堰中)
大冠歐螻	單隻成體 單隻幼體	2-3 成體 0-2 個幼體 (每公尺的岸邊) 1-3 個幼體在水堰中	4-15 隻成體 0, 3-1 隻幼體 (每公尺的岸邊) 4-10 個幼體 (在 3 個水堰中)	16-30 隻成體 1-5 隻幼體 (每公尺的岸邊) 11-30 個幼體 (在 3 個水堰中)	>30 隻成體 >5 隻幼體 (每公尺的岸邊) >30 個幼體 (在 3 個水堰中)
黃條蟾蜍、綠蟾蜍	單條卵條 單隻蝌蚪 單隻成蟾		2-3 個卵塊 2-10 隻幼體 2-3 隻成蟾	4-8 個卵塊 11-50 隻蝌蚪 4-30 隻成蟾	>8 個卵塊 >50 隻蝌蚪 >30 隻成蟾
歐洲樹蛙	單顆卵 單隻蝌蚪 單隻成蛙	2-3 個卵塊 2-10 隻蝌蚪 2-3 隻成體	4-10 個卵塊 10-50 隻幼體 4-25 隻成蛙	11-50 個卵塊 51-500 隻蝌蚪 26-100 隻成蛙	>50 個卵塊 >500 隻蝌蚪 >100 隻成蛙