

龙虾

〔日〕橘高二郎 等著

海洋出版社

06547

龙 虾

[日]橘高二郎等 著

李艺民 乐海华 余杏菊 译

何胜月 校

海洋出版社

1985年·北京

内 容 简 介

本书共有八个部分，详细地介绍了龙虾的生活环境、生活习性和成长过程等有关知识，并从地质学、生物学、养殖学和营养学等几个方面论述了龙虾养殖和龙虾移殖的可能性。

本书适合广大的水产工作者阅读。

龙 虾

〔日〕橘高二郎等著

李艺民 乐海华 余杏菊 译

何胜月 校

海洋出版社出版

(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行

昌平县兴华印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:41/2

字数:93千字

1985年9月第一版

1985年9月第一次印刷

印数:3700

统一书号:13193·0453

定价0.80元

目 录

关于龙虾的对话·····	橘高二郎 (1)
龙螯虾的分布·····	橘高二郎、梶原武 (16)
虾类的分布与地质学的意义·····	井上雅夫 (38)
虾类呈味成分·····	鸿巢章二 (49)
龙螯虾的行动·····	岩田宗彦 (74)
日本龙虾鱼礁·····	小川良德 (85)
虾类的营养要求·····	金泽昭夫 (96)
龙螯虾养殖·····	橘高二郎 (112)

关于龙虾的对话

橘高二郎

摘 要

在北大西洋有美洲龙螯虾和欧洲龙螯虾。前者属北美近海群，在资源上有重要地位；后者与沿岸的日本龙虾同地分布。另外在南大西洋还发现有南非龙螯虾。

问：龙虾作为新的养殖对象受到重视，所以想请您说明一下它是一种什么样的海产动物？

答：龙虾是甲壳纲，十足目，爬行亚目大型虾类的总称。从狭义上来说，真正的龙虾是指海螯虾科的美洲龙螯虾和欧洲龙螯虾。从广义上来讲，它还包括海螯虾科的挪威海螯虾，日本龙虾类的西班牙龙虾，珊瑚龙虾和蝉虾类。有时也包括淡水产的螯虾类。

问：有大螯足的龙螯虾在形态上很象螯虾，两者有什么关系吗？

答：亚里士多德(公元前384—322年)以来，博物学家把龙螯虾与淡水螯虾一起归入螯虾属，但近几年龙螯虾与作为龙螯虾属的螯虾区分开来了。现在也有一部分研究者主张龙螯虾的属名 *Astacus*，但对于栖息于海中的龙螯虾却毫无疑问义

地用Homarus这个属名。“homa”在古代斯堪的纳维亚语中是倒行的意思。我们经常可以观察到，龙螯虾巧妙地通过倒行进入巢穴。

问：请说明一下龙螯虾的外形与一般的海产虾类有什么差异？

答：虾类的身体覆盖着几丁质甲壳，并由很多环节组成，每一环节有一对附属肢，胸部有3对腭足和5对胸足，腹部有5对游泳足。龙螯虾的特征是第一对胸足特别发达。

龙螯虾是虾类中最大的虾类。在美国沿岸经常可以捕获超过10公斤的个体。在迄今为止的正式记录中，以1934年采捕到的全长61.3厘米，体重19.3公斤的美洲龙螯虾为最大。甲壳类是伴随脱皮而成长的，随着年龄的增长，脱皮的时间间隔显著延长，故推定上述个体的年龄可能在100岁以上。

只以大小来说，龙虾指的是大型虾类，大虾等中型虾类称作对虾，条虾等小型虾类称作小虾。

问：请说明一下龙螯虾的生活史。

答：龙螯虾生长到五、六龄，体重450克时成熟。脱皮后的雌体与未脱皮的雄体进行交尾，交尾数月后产卵。产卵后，雌体还需数月的抱卵。幼体的孵化是在水温上升的春季至夏季进行，幼体度过约3周的浮游生活，在此期间有三次脱皮变态。变态后的幼体生活场所还没查明，但可以肯定捕获的成体是营底栖生活的。

问：请您比较一下龙螯虾与其他虾类的初期幼体生活史。

答：日本龙虾类的幼体在外洋度过约1年的叶状幼体期后，变态为略似成体的个体。而龙螯虾相反，即产卵后的

抱卵时间要比孵化后的浮游幼体时期长得多。另外，龙螯虾卵体较大，产卵数较少；日本龙虾类卵体较小，产卵数较多。前者刚产的卵径为2毫米，抱卵数为5000—20 000粒；而后者卵径为0.5毫米，抱卵数为30 000—550 000粒。

挪威海螯虾与龙螯虾一样，度过幼体期后，发生变态。而螯虾是直接发生变态的。

问：龙螯虾的产量怎样？

答：从最近50年间的美洲龙螯虾的年渔获量来看，1936年最低，为17 164吨，1960年最高，为36 026吨。1945年以后一般稳定在30 000吨左右。但是，对一定海域来讲，龙螯虾渔获量并非固定不变的，上述龙螯虾产量之所以稳定是由于近海产量增加补充了沿海产量的减少。

问：听说龙螯虾是沿海生物，请说明一下近海群体。

答：龙螯虾一般栖息于从沿海水深数米的极浅海区到水深不同的沿海海区的海底。在美国、加拿大大陆架进行拖网作业时，经常可以捕获大型的龙螯虾。最近通过潜水观察，确认从北美大陆架周围到乔治海岸斜坡700米的深水处都有龙螯虾群体栖息。

罗得岛大学赛拉教授等人把在韦溪峡角捕到的1260尾抱卵龙螯虾放流到距韦溪峡角西北约218公里的纳拉甘西特湾，这些雌个体在那里进行孵化脱皮，然后向深海移动，一年内在韦溪峡角中只回捕到3尾。

库珀博士等人在1968—1969年从胡多森峡谷到科赛峡谷标志放流5710尾龙螯虾。放流后1—2年内回捕到约400尾。从这一结果可以说明，近海群体的一部分个体在晚春游向沿岸，在晚秋游回大陆架边缘。

龙螯虾移动距离，最大为 338 公里，其中 10 尾移动 160 公里以上，一天最大移动距离为 10 公里。而栖息于沿岸的龙螯虾一年移动最大距离为 10 公里，故可以说，近海群体的移动距离是相当大的。引起近海群体移动的主要原因是水温。因为大陆架周围夏季水温低，不适宜于产卵、孵化、脱皮及交尾，因此近海群体在春夏期为寻找适宜的水温，游向沿岸，冬天又由于沿岸水温下降而向近海移动。

问：两者是否属于不同的系统群？

答：沿海群体脱皮一次体长增加 12.5%，近海群体增加 16.7—18.7%，近海群体的脱皮次数也比沿海群体多，因此成长快。同时还得知两群体的寄生虫也有所不同。美国的研究者认为把两群体作某种程度的混合或许为另一系统群。

另一方面，在加拿大新斯科舍半岛发现近海龙螯虾的小型个体少，抱卵雌体多，而在沿海则相反，由此，加拿大的研究者认为近海与沿海的龙螯虾在一定程度上是相互依存的。加拿大的幼体分布调查及成体标志放流调查结果也证实了上述观点。

问：从生物学来讨论，冰河期很多生物都绝灭了，龙螯虾是怎样适应过来的？

答：众所周知，最后的冰河期大约是在 12000 年前，北美沿海的海面比现在大约低 135 米。龙螯虾近海群体栖息的乔治海岸的顶点，当时比海平面高约 40—50 米，北美大陆，几次发生这样的冰河期。随着冰河融化，海水侵入本土，龙螯虾的某些群体也许暂时移动到内陆。虽然在缅因州中部曾发现很多海产贝类化石，但大部分是寒海种类，表明当时的海类似于现在的拉布拉多近海。

龙螯虾对低水温适应性强，在那样的环境下把身体卷曲，只要海水不冻结，个体就能生存。但是作为种族的繁殖则是由栖息在水温较高的近海群体实现的。

问：从历史来看，近海群体的重要性重新被理解。想请教一下现在的近海群体对维持资源起着什么作用？

答：加拿大1976年8月在新斯科舍半岛近海，斯科顿谢尔夫海区的76个定点进行龙螯虾幼体生活的表层曳网采捕，发现的幼体尾数，第1期12尾，第2期12尾，第3期28尾，第4期90尾。第4期幼体最多的原因可能是孵化盛期已过。第4期采捕的大多是孵化后一个月以上的幼体，它的起源可能在相距约100英里的布朗斯海岸周围。

动物浮游既随海流而动，也由于发生垂直运动，而停留在一定的场所。但是因龙螯虾的幼体只在普通的海表层发现，所以认为龙螯虾的幼体象动物浮游一样随逆流而停留在一定海域的想法是错误的。

问：为什么龙螯虾的分布仅限于大西洋呢？

答：这是个十分重要的问题。美国、加拿大、爱尔兰及法国都就这一课题在去年6—8月进行了沿海龙螯虾分布区域的实地调查。在这次专题讨论会上也发表了几篇与此有关的论文报告。

除了龙螯虾，其他虾类在全世界都有分布。例如，日本龙虾类从热带到南北较高纬度海域都有分布。对虾以两大洋的热带为中心，广泛分布。围绕两大洋的北极寒海区域广泛分布着多波罗虾。

幼体浮游生活期较长的种类有可能随海流而扩大分布，例如南半球海域中的一种日本龙虾，它分布于南非洲和澳大

利亚。

分布于北美大陆中部美国附近东西两海域的日本对虾类中，有一般叫做白虾的白对虾、施氏对虾、墨西哥白对虾和西方对虾等，从其形态和生态上看，可认为是日本对虾类中最原始的种类。因此可以认为那里是该种的发源地。日本对虾虽然在太平洋中的岛屿，例如夏威夷群岛也有栖息，但是一般认为其分布是从大西洋经过印度洋再到太平洋。日本对虾类和多波罗虾类的幼体浮游生活期与日本龙虾不同，虽然浮游生活期仅有短短几周，但仍可以认为海流对其地理分布的扩大起着某种作用。

龙螯虾的发源地，假定是现在栖息的北大西洋，从海流的方向或从水温来考虑，龙螯虾的幼体及成体就不可能浮游到现在分布区域的南方了。若浮游到现在分布区域北方，由于水温低的缘故，龙螯虾不能生长。就是说，假定龙螯虾发源于北大西洋，就可以说明龙螯虾分布是被限定的。

问：请您再详细地说明一下龙螯虾的起源。

答：龙螯虾的身体覆盖着几丁质的外骨骼，在沙泥质海底的岩盘下挖洞栖息。在这样的条件下，作为化石而残留下来的机会是极少的。用化石来阐明龙螯虾的起源是最直接的方法，但至今还没有发现完整的化石。于是就得用间接的方法，我们考虑是否可以研究现存的龙螯虾，来推定其祖先。

作为上述研究的成果之一，是近来欧洲龙螯虾的雌体与美洲龙螯虾的雄体的杂交获得了成功。一般认为甲壳类的种间杂交是极少的，于是从上述事实中可以逆推出上述两种的的分化差异不是很大。由此可以大胆地推论，龙螯虾的祖先与大西洋的形成是在同一时期。定居在大西洋西侧及东侧的

龙螯虾分别分化为美洲龙螯虾和欧洲龙螯虾。

问：龙螯虾不是在南大西洋发源的，是不是这样？

答：在南大西洋分布有南非龙螯虾，但是，以前只在从南非南端开普敦、桌湾往东到大菲什角约 600 公里的海岸打捞发现过 4 尾个体，故不能肯定有生存个体存在。

问：南非龙螯虾和美洲龙螯虾及欧洲龙螯虾有什么关系吗？

答：如将南非龙螯虾与北大西洋龙螯虾进行杂交试验是非常有意义的，不过现在对这方面情况还不甚了解。

当然龙螯虾的分布是由水温决定的，但维持浮游幼体的环流（暖流系）以及维持资源量充足的大陆架面积是重要的因素。这一点从我们的调查中得到了证实。从海洋学来看，虽然规模很小，但认为南非南端海域和北大西洋龙螯虾栖息区域具有很多的共同点，因此，在这里出现第 3 种龙螯虾也不是完全不可能的。

问：龙螯虾的分布是否与螯虾类的分布有关系。

答：螯虾类在世界上有 250 种以上，广泛分布于除非洲外的广大地区。北美大陆，栖息的种类最多，占一半以上。可以认为上述情况与龙螯虾的起源是北大西洋的学说有关。但缺少支持这一学说的生理生态学证据。龙螯虾的幼体及成体在 20% 以下的低盐水中都要死亡，但螯虾在海水中不能成育。

题外话，作为食用的螯虾以欧洲螯虾为代表种，由于长期受流行病的影响，现在几乎绝灭了。现在，在欧洲作为螯虾属的食用螯虾是以土耳其及阿富汗为原产地的细指螯虾。认为养殖上有希望的是抗病性强的美国产太平螯虾。

问：虽然在资源量方面存在着差异，但根据在大西洋的

北部和南部出现龙螯虾的事实，是不是可以认为龙螯虾在大西洋有广泛分布的时期。

答：日本龙虾类有分布于北大西洋的日本龙虾和分布于南大西洋的一种日本龙虾这两个代表品种。一般认为这两种龙虾是栖息于围绕北极的冷水域的日本龙虾类的残存种。在大西洋的南北部所见到的类似的生物群体，一般被认为是由于某纬度的水温等环境条件而产生的。

另一方面，大西洋的北美侧和欧洲侧的生物群体，如所见到的黑角藻及叶藻属海藻的分布是基本相同的。如果从两大陆是在2000万年前开始分离这一点来考虑，就容易理解。可以认为龙螯虾比日本龙虾出现得早。但即使把这些现象加以综合，还不能很好阐明大西洋南北的龙螯虾的相互关系。我们正计划对南非龙螯虾进行实地调查，预定那时探讨这个问题。

问：龙螯虾与日本龙虾类，在大西洋具有相同的栖息水域，这一点对于熟悉日本沿海的我们来说，有点不可想象，故想听听实地的情况。

答：去年7月，在爱尔兰岛西海岸戈尔韦湾进行了龙虾的调查。日本龙虾类的日本龙虾在30—40米水深海底的大岩盘上面群集，而欧洲龙螯虾在同样的岩盘下面做成巢穴个体潜伏。同地分布的两种呈立体形分开栖息，故认为在食物上有竞争关系，一般认为具有大螯足的龙螯虾处于优势，可事实却相反，群集的日本龙虾类有压迫独居的龙螯虾倾向。在南非沿岸的一种日本龙虾类资源丰富，因此，有必要探讨其对南非龙螯虾栖息有什么影响。

问：龙螯虾的螯足有什么作用？

答：一对螯足中有一只称作“破碎机”，白齿状的突起发达。另一只称作“钳子”，呈锯齿状。变态后，在无底质的水槽进行人工投饵饲养的龙螯虾，出现螯足都是由“钳子”构成的个体。有人认为在幼年期的某时期，由于使用第一步足，使特有组合的螯足发达起来，螯足通常做些搬动小石头来塞住巢穴出入口或把残余的饵料运到巢穴外面等工作。但龙螯虾达到成熟期后，在进行交尾、产卵及幼体孵化等特别的行为时，螯足除用来支持身体之外，几乎没有别的用处。

问：龙螯虾相互用螯足进行格斗吗？

答：在过密的条件下，会发生相互格斗。但是，螯足基节与身体、与螯足相比，显得细小，不能把必要的能量连续地传递到末端的指节。我们用简易的装置测定了螯足的粉碎力。最初的螯合力很强，但重复2—3次后就明显衰减。试验方法可能不大适当，但可以认为龙螯虾的螯足象牡鹿的角一样是为了夸耀自己的力量。

问：把龙螯虾移植到日本沿海是不是对沿海生物有影响？

答：不要有这种担心。一般认为适宜龙螯虾移植的三陆沿海海区的重要生物是鲍鱼、海胆。龙螯虾的螯足对密集于岩石表面的鲍鱼没有威胁。在岩石表面用棘来回运动的海胆对龙螯虾来说是极易捕捉的动物。实际在龙螯虾的胃中，比较多的发现这种动物。但如果理解龙螯虾对海胆是选择性捕食的，倒不如说是由于这一地方的海胆数量多更为适当。例如在多毛类动物多的地方采集到的龙螯虾的胃中，会发现有很多多毛类动物。

给水槽饲养的龙螯虾投以海胆，龙螯虾需经几天时间把

海胆的棘弄残，待海胆死亡后，才割开体壳，吃掉体内物。

问：在国外是怎样评价龙螯虾在沿海生态系统中的作用的。

答：加拿大的研究者指出，在一个区域内如果滥捕龙螯虾，海胆就增加，而且由于海胆的捕食作用，海藻类减少。而龙螯虾资源的维持是由于海藻的繁殖，它与沿海生产相联系。如果这种见解是正确的话，那么龙螯虾的移植就有重要的意义。

问：是否应积极向太平洋沿岸移植龙螯虾？

答：如前所述，龙螯虾支配沿海生态系的学说至今尚未得到证实。此外，海藻与海胆等藻食性动物的关系是否是简单地用藻食性动物的捕食作用就能说明还是有疑问的。为了进行龙螯虾的移植，必须明确上述问题。因此我们已着手对天然海胆的捕食作用的实态进行研究。

龙螯虾是高价的水产品，所以从大西洋向太平洋的移植试验自古以来曾进行过多次。但是所有这些都以失败而告终。龙螯虾作为个体来讲，确实是一种很强健的生物，但要把它作为资源进行繁殖，其前提必须要有一定规模的个体群。从日本对虾的放流事业来看，如果其放流量达不到100万尾以上，就不能判明其效果。

问：请介绍一下有关龙螯虾放流的见解。

答：过去对刚孵化的浮游生物幼体进行放流，这在龙螯虾放流事业中不能采用。最近，常把变态的第4期幼体作为种苗进行放流。但是，第4期幼体在生态方面，还有向底栖生活转移的过渡期，故考虑放流后的减耗，可将第4期幼体继续在饲养槽内培育到第5期幼体，然后进行放流。此外，

为了防止放流后幼体的减耗，必须选择适宜的岩盘和放流具有一定活力的幼体。为了迅速地使其潜伏，还应实施如下措施：用潜水的方法选择岩盘，并把幼体直接放入。

问：在自然界里有哪些生物是龙螯虾的天敌？

答：对于幼体来讲，其天敌很多，但一般认为是以鱼类为主。对成长了的龙螯虾来讲，人类渔获是龙螯虾的最大天敌。而在美国大西洋海岸龙螯虾的天敌是大型章鱼，但这种生物在龙螯虾的分布区域比较少。也有人认为向太平洋移植龙螯虾之所以未能取得成功是由于章鱼的食害。本人对于这种观点，不能表示全部赞成。

问：无论是放流，还是养殖，种苗生产是基础，请您说明一下这个问题。

答：龙螯虾幼体从刚孵化到体长达到1厘米的大型幼体都是捕食动物物质饵料，因此原来认为龙螯虾是比较容易饲养的。但饲养结果出乎意料，在试验的最初时期发生了大量死亡，生存率极低，其原因是因为龙螯虾幼体的身体比较大而且比较重，稍微失去活动力就容易沉降到底部，此时即使用通常的瀑气方法也不能再使下沉幼体浮至表层，最后招致幼体体质衰弱直至死亡。日本对虾的蚤状幼体体长为0.9毫米，只有龙螯虾幼体的1/10，通过瀑气，很容易在水中浮游，而对于龙螯虾使用同样的瀑气方法没有效果。为此利用空气升力从水槽底部形成水平环流，使幼体浮游，其结果生存率提高到50%。

另一个问题是饵料，饲养幼体用的饵料必须具备的条件之一就是浮游性。遗憾的是能满足这一条件的饵料，只有卤虫。而且卤虫的无节幼体，作为龙螯虾的饵料其形状过小，

故必须培养卤虫的成体，而要培养卤虫成体还必须培养单细胞藻类。故不是很容易的。

问：养殖的目的在于在经济上能获得最大成长量，为此请您详细说明一下龙螯虾的脱皮与成长。

答：龙螯虾等甲壳类动物通过脱皮而生长，这一点与鱼类有显著不同。以前认为脱皮是甲壳类动物的正常生活周期的休止期，而现在认为甲壳类动物一半以上的生活时间是脱皮准备，脱皮及脱皮后的恢复时期。

龙螯虾的成长是由脱皮次数和每次脱皮的体长及体重的增加量所决定。天然的美洲龙螯虾在孵化年中脱皮9—12次，其后因水温不同而有差异，但在3—6年间有9次以上的脱皮，龙螯虾体重达450克后成熟。其后雌雄的成长出现差异，雄体每年脱皮一次，雌体每二年脱皮一次。挪威海螯虾与龙螯虾一样，因性别不同脱皮次数有差异。但成长的日本龙虾类与性别无关，每年脱皮1—3次。

美洲龙螯虾如条件适宜，一次脱皮体长约增加15%，体重约增加50%。挪威海螯虾每次脱皮体长增加大约为8%，日本龙虾大约为5%。

问：是否有促进龙螯虾脱皮的方法？

答：甲壳类的脱皮周期是由位于眼柄的窦腺及X器官的神经分泌细胞群所分泌的脱皮抑制激素和叫做Y器官的腹面腺即脱皮腺所分泌的脱皮激素所调节的。

美洲龙螯虾除去眼柄能促进脱皮，而且每次脱皮后的体重增加率达到75%。但是对日本龙虾除去眼柄却没有效果，这是因为其没有脱皮抑制激素的缘故。另外，水温对龙螯虾脱皮成长的影响最大。例如，在10℃下进行长时处理可促进

成长，但在20℃时对成长没有影响。

问：请说明一下脱皮激素。

答：一般认为甲壳类的脱皮激素与昆虫的脱皮激素、蜕皮素相同。昆虫的脱皮腺能将胆固醇合成蜕皮素，蜕皮素能在其他组织中转换成蜕皮甾酮。关于蜕皮素是作为真正的脱皮激素还是作为其前驱体，研究者的意见尚未一致。

加拿大的艾肯博士，给龙螯虾投以蜕皮甾酮，得到了如下的结果。

在龙螯虾中，出现了对蜕皮甾酮有反应的个体和完全没有反映的个体。反应的类型因投与量和季节不同而有差异。在春季每一公斤体重投喂0.5毫克，在秋天投喂1.5毫克呈现反应。投喂过的个体，其脱皮前期急速渡过，但因发生异常，结果到脱皮时发生死亡。但是，在投喂前预先去除了眼柄的个体却未发生死亡。根据上述这些实验结果，艾肯博士认为，蜕皮甾酮主要是在脱皮前期的中间到结束阶段产生影响，至于对脱皮开始阶段，除蜕皮甾酮外，主要是蜕皮素与诱发脱皮有关。

问：是否可以鉴别出龙螯虾是处于脱皮前还是处在脱皮后。

答：龙螯虾的甲壳从体表面到内部可区分为角皮、表皮及表底膜。角皮由上角皮、外角皮、内角皮及膜层组成。

在旧甲壳下面形成新甲壳的龙螯虾，在脱皮后，角皮还很柔软的期间，通过水分吸收来调节新体。脱皮后的甲壳及身体的生理变化是按一定的顺序有规则地进行的。也就是说，身体首先增长（脱皮A期），钙素发生沉着（B、C期），在C期的末期，新组织增大，钙素向甲壳处沉着，结束有机