

与腐烂赛跑：法医分解与化石化

发现

我真的很喜欢徒步旅行。当天气条件完美的时候，比如湿度低，气温在华氏 60 度左右，谁不想到户外呼吸一下清新的山间空气呢？尤其是，转过一个弯，就能发现许多令人惊喜的美景。

有一次徒步旅行，我正享受着片刻的宁静，突然发现远处有个亮白色的东西。我眯起眼睛，想看看能不能辨认出前方有什么宝藏。它看起来像是一具骨架。作为一名法医，任何不寻常的东西都值得探究。我兴致勃勃地走近了这“证据”。在小路右侧不远处，躺着一具亮白色、被阳光晒得发白、四肢散乱的骨架。



部分腐烂的骨骼。图片由詹妮弗·里维拉博士提供。

我的调查本能被激发，于是我徒步走到遗骸旁。我仔细研究了这些骨骼遗骸。头骨完整，看起来像是鹿的。虽然这算不上什么重大发现，但对于法医来说，发现一具自然腐烂的部分骨骼仍然令人兴奋。可惜的是，这里并没有完整的骨骼，但这其实很常见。动物死亡后，骨骼会被动物捕食，散落百米甚至更远，最终形成零散的骨骼残骸。1 我继续研究这些遗骸，注意到肋骨上残留着一些皮肤和毛发。我看到几只食腐甲虫正在啃食这些残留的组织。食腐甲虫的出现表明遗骸

已经腐烂到晚期，或者死亡时间在一到三年之间。2 我站在那里，不禁惊叹于上帝如此迅速而高效的腐烂过程。

如今，很少有人会站在腐烂的遗骸前，沉思上帝的威严。的确，腐烂让我想起人类对上帝的悖逆以及人类的脆弱。但与此同时，腐烂的过程也蕴含着极大的怜悯。宇宙的创造者以他的智慧，预知人类会违背他的诫命（[创世记 3:6-7](#)）。他知道人类会将罪恶、疾病和死亡带入他完美的创造之中（[创世记 3:17-19](#)）。出于对受造物的爱，他设立了一个分解死亡之物的程序，其精妙平衡令科学界也感到困惑。厄普彻奇在他题为《死亡的清理队》的文章中描述了这一过程。

这一发现也让我想起死亡和腐朽的普遍性。这是必然的——凡活着的，最终都会死去（[传道书 3:19-20](#)）。从尘土到尘土，上帝创造的进程始终存在。

解码死亡

在合适的环境条件下，死亡后 10 分钟内，分解过程就开始了。

观察甲虫与骨骼的互动也让我意识到尸体腐烂的迅速。在适宜的环境条件下，死亡后十分钟内，腐烂过程便会开始。昆虫会爬进尸体，在眼睛、鼻孔、耳朵和伤口等开放的孔口产卵。腐生微生物群落，例如细菌，

开始在肠道内迅速繁殖，组织也随之分解。氧气的存在，即有氧环境，在快速腐烂、DNA 降解和微生物活动方面起着关键作用。对于死亡调查员来说，与时间的赛跑从死亡发生的那一刻起就开始了。

法医埋藏学研究的是尸体从死亡到被发现这段时间内，其变化过程可分为几个不同的、可识别的阶段。法医埋藏学研究的是尸体发生的各种变化，以及环境因素如何影响这些变化过程。⁴ 这些阶段包括自溶、膨胀、活跃腐烂、晚期腐烂和骨化。每个阶段都可能受到环境条件的影响（温暖的环境会加速这些过程，而寒冷的环境则会减缓这些过程）；因此，每个阶段的时间跨度可能会有所不同。

- **自溶**始于细胞死亡之时。在此阶段，细胞分解并被自身酶消化。
- **腹胀**通常发生在出生后的前 3-5 天。腹胀是由于细菌滋生导致气体积聚造成的。
- **尸体死亡一周后开始进入活跃腐烂期**。这一阶段的特征包括体液渗出、昆虫活动增多以及腐烂气味扩散到周围区域。
- **尸体腐烂的后期阶段**始于死后一个月。由于软组织消失，腐烂过程开始减缓。可供滋生的食物减少，导致昆虫和细菌数量也随之减少。

- **骨骼化**始于尸体高度腐烂的后期，通常在死后数月甚至数年之间。此时，骨骼暴露在外。在此阶段，骨骼等硬组织会继续分解。

法医学界综合运用尸体腐烂过程的时间、昆虫活动以及尸体微生物群落的生长阶段，来推断死亡时间和死亡方式（自然死亡、意外事故、自杀、他杀以及死因不明）。然而，数据的检验和收集实际上是一场与时间的赛跑。尸体腐烂是一个快速的过程，尤其是在温暖的环境下。调查人员必须迅速行动，以保存指向死亡方式的证据和生物学线索。

水下的秘密

水参与其中会发生什么？当生物死亡或浸入水中时，较低的水温通常会减缓分解过程。潮湿环境的分解过程与干燥地面上的分解过程截然不同。水生环境中最大的挑战之一是死后捕食。捕食是指一个生物攻击或掠夺另一个生物的行为。

当尸体在水中腐烂时，会吸引鱼类、昆虫、动物和细菌，它们都会以尸体为食。如果尸体没有被封闭，就会迅速分解并随水流扩散。虽然水中的低温可能会减缓整体的腐烂过程，但一旦尸体离开水面，腐烂速度就会进一步加快。**因此**，法医科学家始终都在与时间赛跑。

用石头捕捉生命

在仔细观察了一段时间的骨骼遗骸后，我继续徒步前行。最初，我的目的是观察一些化石。后来，我的思绪转向了化石的形成过程，以及它们与裸露的、正在腐烂的遗骸有何不同。化石是截然不同的证据，它们源于截然不同的腐烂或埋藏学过程，存在于地层中截然不同的层位，并且指向一个截然不同的历史时期——一个发生在创世后约 1650 年的灾难性时期，当时发生了全球性洪水。

世界各地发现的化石生物、足迹和痕迹证据都发生在创世记 7 章所描述的全球洪水期间（一些化石也发生在洪水后的冰河时期）。

又走了一英里，我找到了证据：化石化的足迹，也就是恐龙的脚印。我知道，脚印能够通过化石化保存下来，必然是被迅速掩埋的。我以神的话语为鉴，以此来审视证据，因此我可以确信，在世界各地发现的绝大多数化石生物、足迹和痕迹证据都发生在创世记第七章所描述的全球洪水时期（洪水后的冰河时期也有一些化石形成）。



化石化的足迹或恐龙脚印。图片由詹妮弗·里维拉博士提供。

在法医学领域，土壤中的足迹是调查中最脆弱的证据之一。土壤颗粒很容易受到风力、人为活动以及法医提取和保存技术的影响，从而永久性地改变甚至破坏足迹印痕。因此，必须极其小心地处理这类印痕，才能完整地保留其细节。

相比之下，化石足迹则更为永久。这是因为其形成过程的特殊性。恐龙踏入柔软的沉积物中，留下一个凹痕，随后被其他沉积物迅速掩埋。这种快速掩埋使得足迹得以保存，免遭破坏。沉积物必须足够柔软，能够捕捉到足迹的轮廓，但又必须足够坚硬，能够保持其形状。其他沉积物填充了轮廓并硬化成岩石，形成化石。虽然最初足迹会被沉积物填满，肉眼无法辨认，但随着侵蚀作用的进行，填充足迹的沉积物逐渐被磨损，最终揭示出这些庞然大物在全球洪水时期留下的痕迹。

但化石化过程真的像世俗文献中记载的那样需要数百万年吗？那些海洋化石又是怎么回事？矿化作用，即有机物被矿物质取代的过程，在洪水过后相对较短的时间内就发生了。水富含矿物质。当地下水渗入被埋生物的软组织时，矿物质填充了孔隙。此外，这也是一个厌氧环境，即缺氧环境。这些因素最终导致生物体石化。

我们能确定这些化石足迹的年代吗？根据《圣经》中的家谱记载，全球洪水大约发生在 4500 年前，因此，在沉积层中发现的化石的年代应该不到 4500 年。我一直认为化石记录是历史上规模最大的法医现场，数十亿生物的遗骸埋藏在地球各地的岩层中。

我们是否亲眼目睹过快速化石化过程？是的！过去 150 年里发现的化石证据——例如矿化的矿工帽、栅栏柱等等——证实了化石化是一个快速的过程，并不需要数百万年。

重构过去

重构过去充满挑战。无论是调查法医案件中的腐烂情况，还是评估化石形成过程，这两种方法都属于历史科学的范畴。那么，什么是历史科学呢？法医调查员到达犯罪现场。犯罪现场保存着过去事件的证据，而这些事件的原始形态已无法直接观察。因此，他们必须利用这些证据来解释可能发生的情况，并推断这些证据如何适用于本案。

这与化石的情况类似。当化石被发现时，重要的是要意识到，科学家并没有研究生物体的原始形态，没有观察化石形成的过程，也没有亲身记录化石形成的日期、时间和持续时间。他们只能解读证据，并对化石的形成过程和年代做出推测。当证据属于历史科学范

畴时，一个人的世界观或出发点会直接影响他们的分析和结论。

当证据属于历史科学范畴时，一个人的世界观或出发点会直接影响其分析和结论。

为了填补空白，法医科学家会寻找目击证人。目击证人可以为调查人员提供事件的第一手资料（直接观察）。虽然人类目击证词并非完美无缺，但仍能从中收集到宝贵的信息。在研究圣经中记载的历史事件，例如全球洪水时，这一点尤为重要。当我们从神的话语出发时，重构过去就不那么困难了。我们拥有唯一完美的目击证人——**耶稣基督**（**启示录 3:14**），祂在创世之初就在那里（**约翰福音 1:1**），祂也见证了全球审判（**创世记 7:16**），而圣灵（作为三位一体神的一部分，祂也在创世之初就在那里）感动人将祂的目击证词记录在祂完美的话语中（**提摩太后书 3:16**）。

比较衰败与保存的交织图景

总之，当我们比较分解和化石化时，会发现一些相似之处，但正是这些明显的差异导致了截然不同的结果。

相似之处

起点	这两个过程都始于死亡，这是由于亚当和夏娃在伊甸园中违背了上帝的命令而导致的（创世记
-----------	---

	3) 。
定时	这两个过程都可以在几天到几十年内完成(而不是数百万年)。
环境因素	这两个过程都会受到温度、湿度、化学物质和氧气含量的影响。
软组织	这两个过程都会导致软组织分解。
最终结果	这两个过程都在提醒我们,所有生物都会在诅咒下死亡,而永生只能通过耶稣基督的救赎才能获得。

差异

	分解	化石化
环境条件	常见：在大多数环境中都会发生	罕见：需要特定条件（快速掩埋、凉爽、干燥、无氧[厌氧]）
保存	证据正在迅速降解。	快速掩埋可以保护和保存证据。
硬质部分（骨骼、牙齿、贝壳）降解	坚硬的部件会随着时间推移而损坏。	坚硬的部件得以保留。
地点	地表或浅层地下	主要为深层沉积层

化学过程

有机物分解成无机化合物（二氧化碳、水等） 矿化作用

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，

今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前

行。