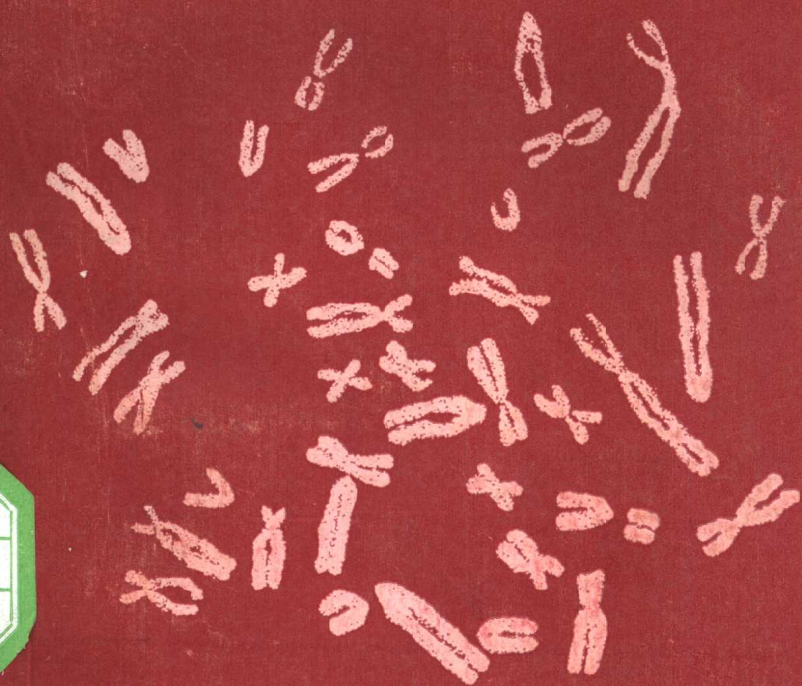


动物染色体

〔日〕村松 晋 著 郭荣昌 译 迟继我 校



黑龙江人民出版社

动物染色体

[日] 村松 晋 著

郭荣昌 译

迟继我 校

责任编辑：那淑岩

封面设计：石 韧

动 物 染 色 体

Dongwu Ranseti

[日] 村松 晋 著 郭荣昌 译 迟继我 校

黑 龙 江 人 民 出 版 社 出 版 发 行

(哈尔滨市道里地段街179号)

哈尔滨煤矿机械研究所印刷厂制版印刷

开本787×1092毫米1/32·印张9·插页1

字数：190,000

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数1-3,000

ISBN 7-207-00847-3/Q·2 定价3.00元

目 录

一、导言	1
二、染色体技术研究的简史	4
三、细胞遗传学的基础知识	6
(一)核型及核型分析	6
(二)核型的记载方法	11
(三)染色体畸变的诱发	12
(四)性染色质	14
四、猪染色体的研究	16
(一)正常个体细胞染色体数量变异和结构变异	17
(二)常染色体畸变	18
(三)性的异常与染色体	21
1.显示正常核型的间性 2.正常的雄性和雌性嵌合型间性 3.性染色体数畸变的性异常	
(四)早期胚的染色体畸变	26
(五)染色体畸变引起的繁殖障碍	27
(六)染色体畸变与疾病和人工诱发	31
1.染色体畸变与疾病 2.染色体畸变的人工诱发	
(七)猪和野猪的染色体——多型现象	33
五、牛染色体的研究	36
(一)正常核型	37
(二)正常个体体细胞染色体畸变	39

(三) 常染色体畸变	42
1. 裂隙与次缢痕	2. 三体
3. 多倍体	4. 衔接易位
5. 臂间倒位	6. 罗伯逊易位
(四) 染色体与性异常	53
1. 双生间雌症	2. 单胎犊牛嵌合体
3. 性染色体数量畸变的性异常	4. 两性体
(五) 染色体畸变与疾病及人工诱变	62
1. 疾病与染色体畸变	2. 人工因素诱发染色体畸变
六、印度牛、欧洲系家牛及其近缘种	65
(一) 印度牛(瘤牛)	65
(二) 欧洲系家牛及其近缘种	68
1. 犁牛	2. 准野牛
3. 野牛	4. 水牛
5. 牛及其近缘种的核型比较	
七、马染色体的研究	82
(一) 正常核型	82
(二) 常染色体畸变	84
(三) 性的异常与染色体	85
1. 细胞遗传学的雌雄判定	2. 缺少一条 X 染色体的 63, XO 型母马
3. 65, XXX 母马(X 三体)	4. XXY 症
5. 假两性畸形	
(四) 异性双胞胎的染色体畸变	93
(五) 人工诱发染色体畸变	94
八、马的近缘种	94
(一) 马的种群	95
(二) 驴的种群	96
(三) 斑马的种群	99

(四) 马属七个种的核型比较·····	101
(五) 马属的种间杂种·····	103
1. 蒙古野马与家马的杂交种	
2. 马和驴的种间杂种——骡和驴骡	
3. 马与斑马的种间杂种	
(六) 母骡、母驴骡的 X 染色体失活(莱昂氏化)·····	109
1. Lyon 氏假说与莱昂氏化	
2. 失活的 X 染色体——晚复制的 X 染色体	
3. 雌性骡、驴骡 X 染色体的莱昂氏化	
4. 莱昂氏化的机制	
九、山羊染色体的研究·····	116
(一) 正常核型·····	116
(二) 正常个体体细胞的染色体畸变·····	118
(三) 常染色体畸变·····	118
(一) 性异常与染色体·····	120
1. 间性	
2. 60, XX/60, XY 嵌合体	
3. 雄性不育	
(五) 人工诱发染色体畸变·····	126
十、绵羊染色体的研究·····	127
(一) 绵羊的正常核型·····	127
(二) 染色体数量变异·····	130
(三) 常染色体畸变·····	131
1. 缺失	
2. 易位	
(四) 性异常与染色体·····	147
1. 雄性假两性畸型	
2. XXY 症	
3. XX/XY 嵌合体——双生间雌症	
十一、山羊、绵羊的近缘种·····	151
(一) 山羊、绵羊的近缘种·····	151
1. 山羊的近缘种	
2. 绵羊的近缘种	

(二) 巴勃雷野羊、巴拉尔羊、喜马拉雅山羊的近缘种	156
(三) 山羊亚科动物的种间、属间杂种	159
1. 绵羊属的种间杂种	
2. 伊朗野生种绵羊群体的细胞遗传学研究	
3. 山羊与绵羊的属间杂种	
4. 山羊与巴勃雷野羊的属间杂种	
5. 山羊与巴拉尔羊的属间杂种	
6. 山羊及绵羊的进化	
十二、犬染色体的研究	170
(一) 正常核型	170
(二) 常染色体畸变	171
1. 罗伯逊易位	
2. 先天性心脏畸型与染色体畸变	
3. 骨骼发育不全	
(三) 性异常与染色体畸变	175
1. 细胞遗传学的雌雄判定	
2. XX Y综合症	
3. 真两性畸型	
4. 雄性假两性畸型	
5. XX雄犬	
6. 雌性假两性畸型	
(四) 疾病与染色体畸变	180
1. 皮癌	
2. 外阴部肿瘤	
3. 淋巴肉瘤	
(五) 以染色体畸变为指标的放射线影响	184
1. 胎期辐照的染色体畸变	
2. 诱发染色体畸变的剂量-效应关系	
3. 染色体作为骨髓移植的指标	
十三、水貂染色体的研究	186
(一) 正常核型	187
(二) 染色体畸变	188
1. 非整倍性与繁殖力降低	
2. 性的异常与染色体	

(三) 与雪貂的种间杂种	191
十四、狐狸染色体的研究	193
(一) 赤狐的染色体	194
(二) 北极狐的染色体	196
(三) 赤狐与北极狐的种间杂种	197
十五、猫染色体的研究	198
(一) 正常核型	199
(二) 常染色体畸变	199
(三) 性的异常与染色体	201
1. 细胞遗传学的性别判定 2. XY/XY 嵌合体 3. XO 雌性 4. 三色毛雄猫 三色毛雄	
猫细胞遗传学的调查结果	
(四) 以染色体畸变为指标的放射线影响	208
(五) 猫及其近缘种的种间杂种	209
十六、家鸡染色体的研究	210
(一) 家鸡染色体数研究的历史	210
(二) 染色体数与正常核型	211
(三) 鸡的性染色体	214
(四) 成鸡的染色体畸变	216
1. 三倍体 ($3n$) 2. $2n$ /多倍性的嵌合体 3. 易位 4. 性反转病例的染色体	
(五) 早期胚的染色体畸变	219
1. 早期胚染色体畸变的类型和频率 2. 染色体畸变的类型及其主要发生原因 3. 染色体畸变与胚胎死亡和畸型的发生	
(六) 疾病与染色体畸变	233

1. 马立克氏病 2. 其它癌 3. 自身免疫性甲状腺炎	
(七) 染色体畸变的诱发	235
1. 腹腔注射 E M S, T E M 2. 腹腔注射乙酰甲基秋水仙碱 3. X射线照射诱发	
(八) 利用鸡胚作诱变原的研究	242
1. 鸡胚的诱发染色体畸变 2. 用化学物质诱发姐妹染色单体互换 (SCE)	
(九) 基因图的绘制 (基因定位)	246
(十) 染色体作为细胞标志的可用性	250
十七、鹌鹑	251
十八、珠鸡	253
十九、火鸡	255
(一) 染色体数与正常核型	255
(二) 单性生殖的胚胎发生与染色体	257
1. 单性生殖的胚胎发生 2. 单性发生胚胎的染色体	
二十、鸡形目的杂种及种间的亲缘关系	260
(一) 鸡形目的杂种	260
1. 鸡与鹌鹑的属间杂种 2. 鸡与火鸡的属间杂种 3. 珠鸡与孚萨珠鸡的属间杂种 4. 与野鸡有关的杂种	
(二) 鸡形目种间的亲缘关系	265
二十一、鸭	268
二十二、番鸭	270
二十三、鹅	270
二十四、雁形目的杂种	272

一 导 言

在细胞遗传学领域的研究中，最近，染色体技术研究取得了惊人的进展，从而，使一些有趣问题正在陆续得到阐明。特别是人类细胞遗传学的发展尤为显著，由染色体畸变导致的许多遗传性疾病和恶性肿瘤同染色体畸变的关系也正在明确起来，与基础学科的研究和诊断结合起来，也获得了许多优异成果。一方面，对放射线的污染，病毒的感染，或者关于许多种化学物质的影响，从诱发染色体畸变，到发生机理等方面，都取得了广泛的研究进展。这样一来，新的知识和技术不仅作为一种学问，而且，近来正在被应用到公共卫生和临床各个方面。

从作为食物和工业资源必要性角度来说，家畜应是驯养的野生动物加以改良培育成的。因而，从生产和经济观点出发，除掉妨碍生产性能的某些遗传障碍，使其保持更多的有益品质，则必须进一步继续进行改良。关于家畜的遗传障碍，虽然尚无充足的资料，但就人类群体而言，最近联合国科学委员会（UNSCEAR）却有统计资料。根据这些资料，人的遗传障碍发生频率是100个新生儿中有10.5例起因于染色体畸变的个体为0.4。一般认为，虽然家畜群体不论繁殖方式还是群体组成都与人类群体存在着显著的差异，可是，不能不说遗传障碍中可能有相当一部分是与染色体畸变有关的。为了提高经济性能，如果能够除去这些遗传障碍的话，不仅家畜的细胞遗传学研究非常重要，而且在家畜育种上，

染色体研究任务也是非常重要的。

随着近代工业的发达，我们的生活也显著地得到了提高，这一点无可否认。可是在其反面，由于工业废弃物对地球环境的污染，含于大气、水、土壤、食品中的环境变异原水平，也随之而上升了，而且，当今这些变异源使人类健康遭受影响已经不得不引起人们的担心，从而，由各个领域来进行研究就成为非常必要的了。在畜牧生产领域中，这些变异原不仅涉及到对家畜种的影响，也关系到畜产品的安全问题，因而，不能不成为一个重要问题。这种影响，假如是与遗传障碍有关的话，对其生产性能以及作为食品的安全性有无影响，特别是对影响程度的评价就十分必要了。在这个领域的调查研究中，将染色体畸变的诱发作为指标的细胞遗传学检查方法是一种良好的检查方法。因为，如果用家畜作为试验材料的话，可以求得直接的结果，所以，现在这种方法的重要性越来越高了。

这样，在畜牧生产领域中，也与其他领域一样，把这种技术应用于家畜的染色体研究上来，已经占有重要的位置了。然而，就其现状，畜牧生产领域的这项研究与人类遗传学等方面的研究相比较，显然，明显地晚了许多。所以，一定要努力加强与遗传障碍有关的基础研究以及与饲料和饲料添加剂安全性有关的调查研究，这就不能不涉及到广泛的家畜细胞遗传学的研究领域了。

因此，首先，从其基础到最近对家畜染色体研究有关资料评论，给以综合的研讨是重要的。在这方面，截止到1950年的成果已有牧野佐二郎教授的综述和著书，截止到1960年的成果，已有柏原孝夫教授的综述，都分别做了汇总。根据

本场阿部猛夫场长的推荐，本文将对其后的一些研究成果作为中心加以解说评论。

在开始之前，要把到今天为止确立染色体研究方法的历史沿革和与细胞遗传学有关的基础知识加以理解并承袭。在此基础上，要对我国（日本）畜牧业有关各种主要家畜的每一种类的研究现状进行论述。最后，总括前文，想就几个专业性问题及其细目加以集中研讨。我的这篇文章，如果能对理解这一领域最新研究成果尽到一点帮助，幸莫大焉。如果对家畜细胞遗传学研究许多方面的理解和帮助做到抛砖引玉，就更感到欣慰了。

二、染色体技术研究的简史

这里所讨论的染色体问题，早在1870年就已为人所知了，但主要只限于细胞学领域的研究对象而已。不过后来，如下一些重要问题逐渐变得明确起来，即：①由于如下一些染色体来源于细胞核，所以，也就成为细胞分裂中的重要构造；②每一生物种其固有的染色体数，减数分裂时形成的生殖细胞，卵和精子结合又恢复到原来数量而传递给子孙后代；③性染色体有两种类型，由受精时的组合类型来决定雌雄；④染色体易位、缺失、不分离和加倍等异常与生物体随之而发生平行的变化等几乎都占据着遗传学的重要领域。

在动物染色体研究方面，作为研究材料的组织和细胞进行旺盛的细胞分裂是不可缺少的。这一点，今天和过去没有什么变化。1950年前一直要用以新鲜的精巢作为主要的研究材料，将材料用含有重金属盐类药剂的液体固定，做成石蜡切片标本，于染色后进行观察的古典方法。所以，这就增加了获得研究材料的困难，在制作标本时，要加入药品，并进行两次加热，在这些作用的影响下，观察染色体时就会呈现非正常状态。因此，开始把人作为哺乳动物染色体研究样本受到了很大限制。然而，这个时期不可忘记的是，作为日本研究的开创者小熊捍、增井清、山階芳麿、牧野佐二郎和蓑内収等博士的卓越功绩，成为今天细胞遗传学发展的基础。其后，由于采用了牧野、西村（1951，1952）将骨髓等

细胞分裂旺盛的新鲜样本，用低渗处理，固定染色体后，在载片上进行压榨扩散的“水处理压榨扩散”，从固定切片法的操作中摆脱出来获得了进展。

1950年以后，组织培养技术被应用到染色体研究（hsu和Pomerat, 1953）上来，已经能够从各种各样的新鲜组织通过体外培养获得研究材料。由于这种组织培养法比秋水仙碱（colchicine）前处理的并用样本研究的限制减少了，并且，制作标本时产生的误差也变小了。1960年后，把具有促进血液中淋巴细胞分裂效果的PHA，在体外作用于淋巴细胞使其增殖。这种手段是运用了“末梢血培养法”（Csgood和Brook, 1955）和空气干燥法（Rothfels和Simnovith, 1959）并用的染色体标本制作法。这样一来，染色体研究就变得更加容易了，对染色体再现性的某些正确的观察就成为可能了。今天，如果只要有动物机体的试验材料（血液、骨髓、皮肤、精巢等）就能正确地了解该个体的染色体组成。根据体外培养法已经能够进行各种各样的细胞遗传学的研究了。

正确地识别每一条染色体的尝试，过去一直是用植物细胞做试验的，这种尝试在细胞遗传学研究方面是长期就存在的理想。近年来随着分子生物学，放射生物学的显著发展，已经能明确染色体是含有遗传信息的DNA分子，由DNA形成RNA、蛋白质，以及在细胞分裂周期中DNA和染色体的复制方式等。与此同时，由于采用 H^3 TdR（氚标记脱氧胸腺嘧啶核苷）的放射自显影法显示各染色体DNA合成部位（site）的差别和用药物处理染色体获得的Q带法（Casper-sson等, 1968）、G带法（Sumacs等, 1971）、R带法（Dyt-

rilloux和Lefevue, 1971)、C带法(Arvigh i和Hsv, 1971)等、利用这些方法所形成的染色体上的条纹形态的不同, 已能相当正确地判别每一条染色体。

如上所述的各种技术, 已被应用到人类和许多哺乳动物的染色体研究中。因而, 染色体的识别, 染色体的理化构造和染色体上基因座位的决定等研究都得到了飞跃的发展。还有, 在人类群体中, 不仅在死产、流产儿和新生儿中, 而且, 在一般人类群体方面的遗传性疾病和染色体畸变的流行病学研究中, 由于病毒、放射线以及药物等染色体畸变的诱发及其机理的研究, 起因于白血病的各种恶性肿瘤的染色体研究等各个领域都被广泛地应用着这些技术。并且, 对畜产领域方面的应用也应该寄予更大的期望。

三、细胞遗传学的基础知识

为了使读者能理解后述的内容, 必需统一最低限度的细胞遗传学基础用语、记载方法等, 并加以整理。

(一) 核型及核型分析

染色体, 在细胞分裂的中期是能够分辨其形态的, 如果是正常个体其染色体数是根据生物的种而定的。所见染色体形态结构也是一样。例如, 猪的染色体数38(通常以 $2n$ 表示), 如果除去进行减数分裂的生殖细胞(染色体数减半为 n), 则构成身体的体细胞的染色体数全是38。表1中列出主要家畜的染色体数。成对相同的染色体是由双亲来的, 可区别为一组性染色体(sex chromosome, 哺乳类用X、Y, 鸟类用Z、W表示)和其余的常染色体两种。图1展示的例子

表 1

主要家畜的染色体数

种 名	染 色 体 数	性染色体构成
哺乳类		
偶蹄目		
牛科		
牛、	60	XY ♂
瘤牛	60	XY ♂
印度水牛	48	XY ♂
山羊	60	XY ♂
绵羊	54	XY ♂
野猪科		
猪	38	XY ♂
野猪	38	XY ♂
猪X野猪的 F ₁	38	XY ♂
奇蹄目		
马科		
马	64	XY ♂
驴	62	XY ♂
骡(F ₁)	63	XX不孕♂
鸟类		
野鸡科		
家鸡	78	ZW ♀
鹌鹑	78	ZW ♀
火鸡科		
火鸡	80	ZW ♀
珠鸡科		
珠鸡	78	ZW ♀
雁科		
鸭	80	ZW ♀

子是公猪的中期分裂相。图 2 展示的是将各相同对染色体组合又经排列组成的核型。核型(Karyotype)就是由这样的中

期分裂相的染色体构成。象图 2 那样把各对染色体配对再排列起来进行研究，叫做核型分析（Karyotype analysis）。



图 1 正常公猪的中期分裂相

染色体，其形状基本上就是按着丝粒（Centromere）的位置不同而被分为如表 2 所显示的几种类型。猪的核型（图 2）按染色体大小顺序，从 1 ~ 5 号为具亚中央着丝粒的染色体，6，7 号是仅次于 1 号染色体大小的具近端着丝粒染色体和具亚中央着丝粒染色体，8 ~ 12 号染色体是中等的具中央着丝粒染色体，13 ~ 18 号是具端着丝粒染色体。象图 2 所见到的那样，由于第 10 号染色体的长臂的一部分呈没有被着染的脱色状态，很容易区别。这种狭窄区段叫做次缢痕（Secondary Constriction），猪除 10 号以外，8 号染色体