アフリカ（サハラ以南）の新第三紀 哺乳動物群

仲 谷 英 夫*

The Neogene Mammalian Fauna of the Sub-Saharan Africa

Hideo Nakaya**

The intent of this study was to show the Neogene mammalian faunal change of the sub-Saharan Africa and the Relationships of the late Miocene mammalian faunas of the sub-Saharan Africa and the Eurasia. I reviewed the Neogene mammalian fauna of the sub-Saharan Africa and studied the phylogenetic relationships of some taxa from the Namurungule Formation (late Miocene), Northern Kenya.

The sub-Saharan mammalian fauna of Neogene and its environments change from forest type to savanna type at the late Miocene. *Tetralophodon* from the Namurungule Formation was the most advanced type of Gomphotheriidae (Proboscidea) of the Eurasia and Africa, the large form of Hipparionine (Equidae, Perissodactyla) was very similar to *Cormohipparion perimense* of the Siwaliks, Iranotherinae (Rhinocerotidae, Perissodactyla) was similar to the taxa from Spain, Iran, the Siwaliks, and China.

These facts support the idea that the Namurungule mammalian fauna consists mostly of the common Eurasian taxa and the unique African taxa, and this late Miocene fauna becomes the nucleus of the Pliocene to Pleistocene mammalian fauna of the sub-Saharan Africa.

1. はじめに

アフリカ大陸でみられる野生生物と言えばまず思いうかぶのはサバンナ草原・疎林 (Savanna・Woodland) などに生息する多様な哺乳類であろう。では現在アフリカのこのような哺乳動物群はいつごろから、またどのような過程を経て形成されてきたのであろうか？ さらにアフリカは人類起源の地として古くから注目を集めているが、人類が他の大型類人猿と分岐したのはどのような環境のところだったのであろうか？ これらすべての問いに答えるのは容易ではないが、サハラ以南のアフリカにおける新第三紀の哺乳動物群の変遷を調べることによってその解答の一部が得られるかも

しれない。

ここではまず、アフリカ大陸における中生代と古第三紀の哺乳動物群の歴史に簡単にふれ、次にサハラ以南の地域で化石資料が豊富になってくる新第三紀中新世以降の哺乳動物群の変遷についてまとめる。その上で、動物群の構成要素に重要な変更がおこる後期中新世に注目して、特定の分類群の系統解析を行う。そして、その結果から考えられる他の大陸の動物群との関係とこの時代におこった環境の変化について推定したい。本研究は文部省科学研究費海外学術調査「東アフリカにおける第三紀霊長類と古環境の研究」(研究代表者 大阪大学 石田英実) および日本学術振興会アフリカ地域研究センターで行ったものを中心としている。

* 香川大学教育学部地学教室

** Department of Earth Sciences, Kagawa University

図1. アフリカの中生代哺乳類化石産地 (Clemens *et al.*, 1979より引用)
地名は以下の通り。

1. Lady Brand (南アフリカ), 2. Mafeteng (レソト),
3. Pokone (レソト), 4. Tendaguru (タンザニア)

2. アフリカの中生代哺乳動物群 (図1)

アフリカ大陸で最初の哺乳類が産出するのは南部アフリカのレソトおよびそれに隣接する南アフリカ共和国オレンジ自由州の後期トリアス紀から前期ジュラ紀のカルー (Karoo) 累層群の Stormberg 層群である。この付近のペルム紀からジュラ紀のカルー累層群からは *Listrosaurus* をはじめとする多くの哺乳類型爬虫類が知られている。アフリカ最初の哺乳類も他の大陸から発見されているものと同様、三錐歯類・モルガヌコドン科 (Morganucodontidae) の *Erythrotherium darringtoni*, *Megazostorodon rudnerae* である (Clemens *et al.*, 1979)。次に巨大な恐竜 (*Brachiosaurus* (竜盤類) が発見されたことで有名な後期ジュラ紀のタンザニア (Tendaguru) から真汎獣類・ペラムス科の *Brancatherulum tendagurens* が産出している (Clemens *et al.*, 1979)。

3. アフリカの古第三紀哺乳動物群 (図2)

中生代以降アフリカ大陸からは長く哺乳類の記録が絶え、次に現れるのは新生代古第三紀のことである。モロッコ (Ouarzate) の前期晩新世から食虫類・肉齒類・食肉類が知られている (Savage and Russell, 1983)。前期始新世のアルジェリア (Brezina) からはもっとも古い長鼻類が知られている (Mahboubi *et al.*, 1984)。中期始新世からはエジプト (Ravine bed, Gebel-el-Mokattam) ・リビア (Bu-ei-Haderait) ・アルジェリア (Gouiret-ei-Azib) ・マリ (At Gao) ・セネガル (M'Bodione Dadera) ・ナイジェリア (Ameki) ・ソマリア (Carcar, Dalan) の多くの産地が知られ、海生哺乳類 (海牛類・鯨類) を中心として長鼻類・髀節類がみられる (Savage and Russell, 1983)。後期始新世から漸新世にかけてのエジプト (Fayum) ・リビア (Dor el Talha, Zella Oasis) ・チュニジア (Jebek Bou-Gobrine) ・アルジェリア (Isserville) ・ソマリア (Bedeil) からは豊富な哺乳類が産出し、

図2. アフリカの新生代哺乳類化石産地 (Cooke,1978にSavage and Russell,1983;Pickford,1986を追加して作成)
追加した地名・地層名の略号は次の通り。

Aa: Aka Aiteputh, Am: Ameki, Be: Bedeil, Bh: Bu-el-Haderait, Ca: Carcar, Da: Dalan, Dh: Dor el Talha, Ga: Gouiret-el-Azib, Gm: Gebel el Mokattan, Nk: Nakali, Nm: Namurungule, Nw: Ngeringerowa, Ou: Ouarzazate, Ra: Ravine

いわゆるファユーム動物群 (Fayum Fauna) と呼ばれる。主な哺乳類は霊長類・肉歯類・長鼻類・岩狸類である (Savage and Russell, 1983)。

4. サハラ以南のアフリカの新第三紀哺乳動物群 (図2)

まず新第三紀を通じた変遷を見る上で動物群の特徴や年代によって細かく時代区分をする必要がある。新第三紀の陸上哺乳類による標準的な時代

区分はヨーロッパやアメリカでは確立されているが (Savage and Russell, 1983), それらをそのままサハラ以南のアフリカに適用することはできない。そこで必ずしも年代的に一致するものからだけで構成されてはいない可能性があるが, Pickford (1981) によってもうけられたケニアの新第三紀哺乳動物群フォーナセット (Faunal Set) を使って動物群の年代区分とする。また時代的変遷を追いやすように, 新第三紀中新世から鮮新世にかけての主な哺乳類の出現と消滅をフォーナセットにそって示した (図3)。

前期中新世 (Pre Set I, I, II: 2450 万年から1700 万年前)

サハラ以南のこの時代からは南西アフリカの Arrisdrift (Hendey, 1978), ザイールの Malembe (Hooijer, 1963), ウガンダの Napak (Bishop, 1962), ケニアの Koru-Songor (Pickford and Andrews, 1981), Rusinga (Pickford, 1981) などの産地が知られる。赤道をはさんだ地域 (ザイールからケニア) では森林 (Lowland Forest) が広がっていたと考えられている (Andrews and Van Couvering, 1975)。この広い地域で肉歯類・奇蹄類サイ科・偶蹄類マメジカ科などで特徴づけられる, はば均質な動物群がみられる。

中期中新世 (III, IV, V: 1700 万年から1050 万年前)

この時代にはウガンダの Moroto (Pickford, 1981), ケニアの Buluk (Pickford, 1981), Kiri-mun (Ishida *et al.*, 1982), Maboko (Andrews *et al.*, 1981), Aka Aiteputh (Pickford *et al.*, 1984; in press), Fort Ternan (Shipmann *et al.*, 1981), Muruyur (Bishop *et al.*, 1971), Ngorora (Bishop *et al.*, 1971; Pickford, 1978; Hill *et al.*, 1985) の産地が知られている。霊長類ヒト上科のケニアピテクスはこの時代のいろいろな地層 (Maboko; Aka Aiteputh など) から非常に多数見つかっている。肉歯類はセット IV 以降はみられなくなる。奇蹄類ウマ科ヒッパリオン亜科はセット V 以降に現れ, 偶蹄類マメジカ科

はこの時代以降ほとんどみられなくなる。

後期中新世 (VI, VII: 1050 万年から500 万年前)

この時代もケニアの Ngeringerowa (Pickford, 1981; Benefit and Pickford, 1986), Nakali (Aguirre and Ph. Leakey, 1974), Namurungule (Nakaya *et al.*, 1984; in press), Mepsida (Bishop *et al.*, 1971), Lukeino (Pickford, 1978) に産地が集中しており, かつ大型の類人猿とヒト科の分岐が起こった時代として注目されている。またセット VI からヒッパリオン亜科が2種に増え, 長鼻類のゴンフォテリウム科のほとんどと偶蹄類カバ科のケニアポタムス属はこれ以降見られなくなる。長鼻類のゾウ科, 偶蹄類カバ科のカバ属 (*Hippopotamus*), ウシ科の多くの属はセット VII 以降出現する。

前期鮮新世 (VIII: 500 万年前以降)

この時代には産地がエチオピアの Afar (Taieb *et al.*, 1976), Middle Awash (Kalb *et al.*, 1982 a; b), ケニアの Chemeron (Bishop *et al.*, 1971), Ekora-Kanapoi-Lothagam (Behrensmeyer, 1976), タンザニアの Laetoli (M. D. Leakey *et al.*, 1978), 南アフリカの Langebambweg (Hendey, 1972) と再び南部アフリカまで見られるようになり, 東アフリカからはヒト科の *Australopithecus afarensis* が発見されている。属の単位ではほぼ現在と変わらないものが出揃ってくる。

5. 後期中新世ナムルングレ (Namurungule) 層にみられる哺乳類化石の系統解析

以上見てきたようにサハラ以南の新第三紀哺乳動物群はところどころで中断しながらも特に東アフリカでは一連の変遷を追うことができるようになってきた。中でも後期中新世は哺乳動物群の構成要素が大きく変わっている。これらの変遷の過程は哺乳類の各分類群の系統解析を通じて生物の移動や分岐のパターンを明らかにすることができる。

図3. 東アフリカの新第三紀哺乳類フォーナセット
 (Pickford, 1981; Ishida *et al.*, 1982; Pickford *et al.*, 1984;
 Nakaya *et al.*, 1984; in press; Pickford, in pressより作成)
 各フォーナセットにはいる化石産地¹⁾と分類群の詳しい所属²⁾は
 注を参照のこと。

特に前期から中期中新世の多くの分類群が後期中新世以降、サハラ以南では見られなくなり、またこの時代から鮮新世へつながっていく新しい分類群も数多く出現している。その内容を大阪大学隊が発掘したナムルングレ層で詳しくみると古い分類群の多くは森林から疎林性であり、新しいものは草原から疎林性のもの（奇蹄類ウマ科・偶蹄類ウシ科など）が多い。これらの中からいくつかの分類群を選びその系統に関して検討を試みる（詳しくは Nakaya *et al.* in press, Nakaya and Watabe in prep.).

長鼻類・ゴンフォテリウム科のテトラロフォドン (*Tetralophodon*) 属の新種を検討してみると臼歯は典型的なユーラシア要素であるテトラロフォドン類の特徴である4稜性を示すが (Osborn), 頭骨が他のものに比べて非常に高くこのグループの中ではもっともゾウ科に近い特徴をもつ。奇蹄類ウマ科のヒッパリオン亜科 (*Hipparionine*) には大小2種がみられ、中でも大型のものは前眼窩孔

の形などの特徴から、シワリク地域の *Cormohipparion perimense* (Bernor and Hussain, 1985) と非常に近い。奇蹄類・サイ科のケニアテリウム (*Kenyatherium bishopi*) はよくくびれたプロトコーンをもち、スペイン・シワリク・中国などのイラノテリウム亜科 (*Iranotheriinae*) と近縁である。この他の分類群のものもどの大陸のものとの関係が深いかを検討してみるとアフリカ独自の要素・地中海地域と共通の要素・ユーラシア共通の要素・シワリク地域と共通の要素・などに分けられる (表1)。

6. まとめ

これらをまとめると後期中新世のサハラ以南のアフリカ、特に東アフリカでは大きな環境の変化が起きたことを示しており、ユーラシア大陸各地で確認されている中期中新世以降の乾燥化による草原の広がりによく対応している (Bernor, 1983)。

表1. ナムルングレ動物群の哺乳類とユーラシア大陸各地の動物群との近縁性 (Nakaya *et al.*, in press より引用)

A: アフリカに固有な分類群, C: 中国の分類群と近縁なもの,
E: ユーラシア各地で共通な分類群, M: 地中海地域の分類群
と近縁なもの, S: シワリク地域の分類群と近縁なもの。

PRIMATES	Hominoidea gen. et sp. nov.	A
CARNIVORA	Hyaenidae gen. et spp.	A, E
RODENTIA	Thryonomyidae <i>Paraulacodus</i> sp.	A, S
	<i>Paraphiomys</i> sp.	A
PROBOSCIDEA	Gomphotheriidae <i>Tetralophodon</i> sp.	M, S, E
DEINOTHERIOIDEA	Deinotheriidae <i>Deinotherium</i> sp.	A, E
PERISSODACTYLA	Equidae " <i>Cormohipparion</i> " <i>perimense</i>	A, S
	<i>Hipparion sitifense</i>	A, E
	Chalicotheriidae gen. et sp. indet.	A, E
	Rhinocerotidae <i>Paradiceros</i> sp.	A
	<i>Chilotheridium</i> sp.	A
	<i>Kenyatherium bishopi</i>	A, (M, S, C)
ARTIODACTYLA	Suidae <i>Nyanzachoerus</i> sp.	A
	Hippopotamidae <i>Kenyapotamus coryndoni</i>	A
	Tragulidae	A, E
	Giraffidae <i>Palaeotragus</i> sp.	A, M
	large form	A, M
	Bovidae <i>Pachytragus</i> sp.	A, M
	<i>Palaeoreas</i> sp.	A, M
	<i>Miotragocerus</i> sp.	A, M
	<i>Gazella</i> sp.	A, E

また東アフリカのリフトバレー (Gregory Rift) が直前 (10MA前後) に開きはじめており (矢入, 1979), このことも環境の変化になんらかの関連があるかも知れない。さらにナムルングレ層の哺乳動物群はそれらを構成するいろいろな分類群の系統解析からユーラシア各地 (地中海地域・シワ

リク地域など) と共通性の強いものがみられ (表 1), 旧世界全体の環境変化に応じて新しい生物が移入してきた動物群であるといえる。この動物群の中で多くの新しい分類群が分岐しこれらが鮮新世以降, 現在のサハラ以南のアフリカでみられるような動物群の核になったと考えられる。(図4)

図4. ユーラシア・アフリカの中新世陸生哺乳類の生物地理区 (Bernor, 1984に追加作成)

1. 西および南ヨーロッパ区
2. 東および中央ヨーロッパ区
3. ルーマニア・西ソ連区
4. パラテチス海南沿岸区
5. シワリク区
- EA. 東アフリカ区
- C. 中国区

注

1) フォーナセット。Pre set I: Meswa; I: Songor, Napak, Koru; II: Rusinga; III: Buluk, Maboko, Kirimun; IV: Fort Ternan, Serek, Muryur; V: Ngorora A-D, E (part), Aka Aiteputh; VI: Ngeringerowa, Namurungule; VII: Mpesida, Lukeino; VIII: Lothagam,

Chemeron, Ekola, Kanapoi

2) 分類群。げっし類アフリカタケネズミ科 *Paraphimomys pigotti*, *Paraulacodus*; 霊長類ヒト上科 *Proconsul*?, *Kenyapithecus*, *Oreopithecidae* nov. gen., *Rangwapithecus*, Hominoidea small form, Hominoidea large form; 管歯類 *Orycteropus chemeldoi*, 肉歯類 *Creodonta*; 食

肉類 *Agnotherium*, ハイエナ科 *Hyaenidae* (*Per-crocota*), *Crocota*?, イタチ科 *Enhydriodon*; 岩狸類 *Megalohyrax championi*, *Paraplio-hyrax*; 長鼻類 *Gonfotterium* 科 *Archaeobelodon* aff. *filholi*, *Choerolophodon*, *Teralophodon*, ゾウ科 *Stegotetrabelodon*, *Primelephas*, *Anan-cus*, ダイノテリウム科 *Prodeinotherium hoble-yi*, *Deinotherium*; 奇蹄類ウマ科 *Hipparion* large form, *Hipparion* small form, カリコテリウム科 *Chalicotherium*, *Ancylotherium*, サイ科 *Aceratherium* / *Dicerorhinus*, *Chilotheridium*, *Paradiceros*, *Brachipotherium lewisi*, *Ken-yatherium bishopi*, *Ceratotherium*; 偶蹄類イノシシ科 *Hemimeryx*, *Libycochoerus*, *Listri-odon*, *Lopholistriodon*, *Nyanzachoerus*, ベッカリ科 *Tyassuidae*, カバ科 *Kenyapotamus te-rnani*, *Kenyapotamus corydoni*, *Hippopo-tamus*, マメジカ科 *Dorcatherium pigotti*, *Dor-catherium chappuisi*, クリマコセラス科 *Clima-coceras gentryi*, キリン科 *Walanginia africa-nus*, *Diamantohyus africanus*, *Palaeotragus*, Giraffidae large form, *Giraffa*, ウシ科 *Gaze-lla*, *Conohyus*?, *Protragocerus*, *Caprotra-goides gentryi*, *Oiocerus*, *Homoiodorcas*, *Pachytragus*, *Sivoreas* / *Palaeoreas*, *Hippo-trginae* / *Reduncini*, *Tragelaphus*, *Madoqua*, *Kobus*, *Ugandax*, *Cephalophus*, *Aepycerus*

文 献

- Aguirre, E. and Ph. Leakey, 1974. "Nakali: nueva fauna de Hipparion del rift valley de Kenya," *Estud. Geol.*, 30: 219-227.
- Andrews, P., G. E. Meyer, D. R. Pilbeam, J. A. Van Couvering, and J. A. H. Van Couvering, 1981. "The Miocene fossil beds of Maboko Island, Kenya: geology, age, taphonomy and palaeontology," *J. Human Evol.*, 10: 35-48.
- and A. H. Van Couvering, 1975. "Palaeoenvironments in the East African Miocene," *Contrib. Primatol.*, 5: 62-103.
- Behrensmeyer, A. K., 1976. "Lothagam Hill, Kanapoi, and Ekora: A general summary of stratigraphy and faunas," In V. Coppens et al. (eds.) *Earliest Man and environments in the Lake Rudolf Basin*, 163-170, Chicago U. P., Chicago.
- Bernor, R. L., 1983. "Geochronology and Zoogeographic relationships of Miocene Hominoidea," In R. L. Ciochon and R. S. Corruccini (eds.) *New interpretations of Ape and Human Ancestry*: 21-64, Plenum Press, New York.
- , 1984. "A zoogeographic theater and biochronologic play: the time/biofacies phenomena of Eurasian and African Miocene mammal provinces," *Paleobiol. continentale*, 14: 121-142.
- and S. T. Hussain, 1985. "An assessment of the systematic, phylogenetic and biogeographic relationships of Siwalik Hipparionine horses," *J. Vertebrate Paleontol.*, 5: 32-87.
- Benefit, B. R. and M. Pickford, 1986. "Miocene Fossil Cercopithecoids from Kenya," *Amer. J. Physical Anthropol.*, 69: 441-464.
- Bishop, W. W., 1962. "The mammalian fauna and geomorphological relations of the Napak volcanics, Karamoja," *Records of the Geol. Surv. Uganda*, 1957-58: 1-18.
- , G. R. Chapman, A. Hill, and J. A. Miller, 1971. "Succession of Cainozoic vertebrate assemblages from the Northern Kenya Rift Valley," *Nature*, 233: 389-394.
- Clemens, W. A., J. A. Lillegraven, E. H. Lindsay, and G. Simpson, 1979. "Where, When, and What—a survey of known Mesozoic mammalian distribution" In J. A. Lillegraven, Z. Kielan-Jaworowska, and W. A. Clemens (eds.) *Mesozoic mammals—the first two thirds of mammalian history*: 7-58, California U. P., Berkeley.
- Cooke, H. B. S., 1978. "Africa: the physical setting," In V. J. Maglio and H. B. S. Cooke (eds.) *Evolution of African mammals*, 17-45, Harvard U. P., Cambridge, Mass.
- Hendey, Q. B., 1972. "Further observations on the age of the mammalian fauna from Langenbanweg, Cape province," *Palaeoecol. Afr. & Surround. Is. & Antarc.*, 6: 172-175.
- , 1978. "Preliminary report on the Miocene vertebrates from Arrisdrift, South West Africa," *Ann. S. Afr. Mus.*, 76: 1-41.
- Hill, A., R. Drake, L. Tauxe, M. Monaghan, J. C. Barry, A. K. Behrensmeyer, G. Curtis, B. F. Jacobs, L. Jacobs, N. Jhonson, and D. Pilbeam, 1985. "Neogene Palaeontology and Geochronology of the Baringo Basin, Kenya," *J. Human Evol.*, 14: 759-773.
- Hooijer, D. A., 1963. "Miocene Mammalia of Congo," *Ann. Mus. Royal l'Afr. Centrale-Sci. Geol.*, 46.
- 石田英実, 1986. 「北ケニアの調査と新しいホミノイド化石」『科学』56: 220-226.
- Ishida, H., S. Ishida, M. Torii, T. Matsuda, Y. Kawamura, H. Nakaya, and M. Pickford, 1982. "Report of field survey in Kirimun, Kenya, 1980," *Study of the Tertiary Hominoids and their palaeoenvironments in East Africa*, 1, Osaka Univ., Osaka.
- , M. Pickford, H. Nakaya, and Y. Nakano, 1984. "Fossil Anthropoids from Nachola and Samburu Hills, Samburu district, Northern Kenya," *Afr. Study Mono. Suppl. Issue*, 2: 73-85.
- Kalb, J. E., E. B. Oswald, S. Tebedge, A. Mebrate, E. Tola and D. Peak, 1982a. "Geology and stratigraphy of Neogene deposits, Middle Awash valley, Afar, Ethiopia," *Nature*, 298: 25-29.
- , C. J. Jolly, S. Tebedge, A. Mebrate, C. Smart, E. B. Oswald, P. F. Whitehead, C. B. Wood, T. Adetris, and V. Rawn-Schatzinger, 1982b. "Vertebrate faunas from the Awash Group, Middle Awash Valley, Afar, Ethiopia,"

- J. Vertebrate Paleontol.*, 2: 237–258.
- Leakey, M. D., R. L. Hay, C. H. Curtis, and R. E. Drake, 1978. "Fossil hominids from the Laetoli Beds, Tanzania," In W. W. Bishop (ed.) *Geological Background to Fossil man*, 157–170, Scottish Academic Press, Edinburgh.
- Mahboubi, M., R. Amer., J. Y. Crochet, and J. J. Jaeger, 1984. "Earliest known proboscidean from early Eocene of north-west Africa" *Nature*, 308: 543–544.
- Nakaya, H., M. Pickford, Y. Nakano, and H. Ishida, 1984. "The late Miocene large mammalian fauna from the Namurungule Formation, Samburu Hills, Northern Kenya," *Afr. Study Mono. Suppl. Issue*, 2: 87–131.
- , K. Yasui, and Y. Nakano, in press. "Additional large mammalian fauna from the Namurungule Formation, Samuru Hills, Northern Kenya," *Afr. Study Mono. Suppl. Issue*, 5.
- Pickford, M., 1978. "Geology, palaeoenvironments and vertebrate faunas of the mid-Miocene Ngorora Formation, Kenya," In W. W. Bishop (ed.) *Geological Background to Fossil man*, 237–262, Scottish Academic Press, Edinburgh.
- , 1981. "Preliminary Miocene mammalian biostratigraphy for Western Kenya," *J. Human Evol.*, 10: 73–97.
- , 1986. "The geochronology of Miocene higher primate faunas of East Africa," In J. G. Else and P. C. Lee (ed.) *Primate evolution*: 19–33, Cambridge U.P., Cambridge.
- , in press. "The fauna from the Nachola Area," *Afr. Study Mono. Suppl. Issue*, 5.
- and P. Andrews, 1981. "The Tindret Miocene sequence in Kenya," *J. Human Evol.*, 10: 11–33.
- , H. Ishida, Y. Nakano, and H. Nakaya, 1984. "Fossiliferous localities of the Nachola-Samburu Hills Area, Northern Kenya," *Afr. Study Mono. Suppl. Issue*, 2: 45–56.
- Savage, D. E. and D. E. Russell, 1983. *Mammalian Paleofauna of the World*, Addison-Wesley Publishing, Reading.
- Shipman, P., A. Walker, J. A. Van Couvering, P. J. Hooker, and J. A. Miller, 1981. "The Fort Ternan hominoid site, Kenya: geology, age, taphonomy and palaeontology," *J. Human Evol.*, 10: 49–72.
- Taieb, M., D. C. Johanson, V. Coppens, J. L. Aronson, 1976. "Geological and palaeontological background of Hadar hominid site, Afar, Ethiopia," *Nature*, 260: 289–293.
- 矢入憲二, 1979. 「東アフリカ地溝帯」植村 武・水谷伸治郎(編), 『地質構造の形成—岩波講座地球科学 9』: 19–31, 岩波書店