

## 人はなぜ食べるのか(4)：発達初期における 風味嗜好とその形成 (Mennella and Beauchamp, 1996より)<sup>1)</sup>

坂井 信之・長谷川智子・今田 純雄

(受付 1999年5月20日)

味や匂い、口腔内の化学刺激感<sup>2)</sup>などの化学感覚 (chemical senses) は、一体となって食物の風味に関する情報を提供している。これらの感覚は、ヒトの乳児においても機能している。しかも、化学感覚は単に機能しているというだけではなく、身体の成長や環境への適応などの影響を受け、発達に伴って変化しつづける。この章では、乳幼児の味覚や嗅覚の発達に焦点をあてる。特に、胎児や新生児が十分に機能する化学感覚系を備えており、またその食行動が味や匂いなどの刺激によって影響を受けていることを示唆する論文を概観していく。これらの化学感覚系は、発達の初期においても機能しているが、それらは単なる大人のミニチュア版ではない。つまり、感覚系は成熟とともに変化し、また経験による影響を受けつづけるのである。

- 1) 本稿は、Julie A. Mennella and Gary K. BeauchampによるThe early development of human flavor preferences (Why we eat what we eat: The psychology of eating/edited by Elizabeth D. Capaldi, 1996, Washington DC: American Psychological Association, chapter 4, 83-112) を訳出したものである。本章は、乳幼児の味覚と嗅覚及び食物の嗜好について、最新の研究成果に言及しつつ、概説したものである。
- 2) chemical irritation：食物に含まれる化学物質が生じさせる刺激感。例えば、トウガラシに含まれるカプサイシンは“辛さ”を生じさせ、ミント系の物質は“冷感”を生じさせる。味覚は化学物質が口腔内の味細胞を興奮させると生じるのに対し、これらの感覚は口腔内に広く分布する三叉神経 (第V脳神経) の自由終末を刺激するときに生じる。

## 1. ヒトの胎児および早産児における味や匂いの知覚

### 1.1. 味 覚

味の感覚, すなわち味覚 (gustation) は, 舌や口腔, 咽頭部に存在する味細胞が化学物質によって刺激されることにより生じる。これらの細胞は味蕾の中にあり, 顔面神経 (第Ⅶ脳神経), 舌咽神経 (第Ⅸ脳神経), 迷走神経 (第Ⅹ脳神経) による支配を受けている。味刺激は少数の“基本”味に分けられる。すなわち, すべての味は, 甘味, 塩味, 苦味, 酸味, うま味<sup>3)</sup>に分けることができる。

形態学的に成長した味細胞は, 早くも妊娠14週目の胎児に見られる (Bradley, 1972)。羊水中に注入された化学物質が妊娠12週目の胎児の味細胞を刺激していることを示唆する研究がある (Conel, 1939; Liley, 1972; Pritchard, 1965)。羊水の化学構成は妊娠周期によって様々に変化するが, 胎児が排尿を始めるとその変化は特に顕著になる。その時期, ヒトの胎児は大量の羊水 (毎日 200-760 ml) を飲み込んでおり, そのため胎児は羊水中の様々な化学物質を経験している。羊水中には, ブドウ糖や果糖, 酪酸, ピルビン酸, クエン酸, 脂肪酸, リン脂質, クレアチニン酸, 尿素, 尿酸, 種々のアミノ酸, 蛋白質, ミネラルなどの物質が含まれる (Liley, 1972)。羊水の中に, 甘い物質や苦い物質を注入すると, 胎児の飲み込み行動が変化する (DeSnoo, 1937; Liley, 1972) ことから, 胎児が甘味に対して好みを示し, 苦味を拒否していることが示唆される。しかしながら, これらの観察は立証されたわけではない。というのは, 胎児の飲み込み反応を観察するには, 方法論的に制限があるからである。

早産児における味感受性についての研究から, 甘味に対する好みは生まれる前から見られることが示唆された。胃の中までチューブを入れられて,

---

3) ある種のアミノ酸やリボ核酸, 例えば昆布に含まれるグルタミン酸ナトリウム (MSG) やかつお節に含まれるイノシン酸 (IMP) などの物質が呈する味。味覚の研究者の間では, UMAMI という表現が使われている。

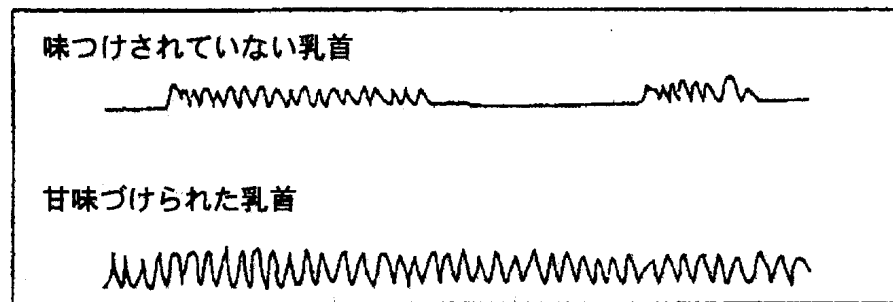
そのチューブを通して栄養を与えられている早産児は、口の中に少量のブドウ糖溶液を入れられると、顕著なサッキング行動 (sucking) を示した (Tatzer, Schubert, Timischl, & Simbruner, 1985)。早産児は吸ったり飲み込んだりという行動が未熟であるため、口腔内に液体を注入すると、その液体を気管に詰まらせてしまう危険がある。そこで我々は口の中に液体を入れなくとも味を呈示できる方法を開発した (Maone, Mattes, Bernbaum, & Beauchamp, 1990)。味物質をゼラチンに混ぜ込んでおき、それを乳首の形に整形しておく。乳児がその乳首を吸うと、少量の物質が溶け出すというしくみである。妊娠33週から40週目の早産児は、シヨ糖で甘味づけられた乳首の方を、味付けされていない乳首よりも、より頻繁に、そして強く吸うことが分かった。このことは、甘味に対する応答が、生まれる前から見られることを示している (Figure 1 を参照)。

## 1.2. 生まれる前の味経験はその後の行動にどのような影響を及ぼすのか

味の感覚は、子供が子宮の中にいるときから機能している。にもかかわらず、子宮内における味経験が、その後の味知覚や味に対する好みにどのような影響を及ぼすのかということはあまり知られていない。このことに示唆を与えるような動物実験がある。Hillら (Hill & Mistretta, 1990; Hill & Prezekop, 1988) は、妊娠中の母ラットを食塩欠乏状態<sup>4)</sup>にさせると、その母親から生まれた仔ラットは食塩に対する感受性を変化させることを見いだした。具体的に述べれば、母ラットが妊娠中に食塩欠乏状態にさらされると、その母ラットから生まれた仔ラットでは、健常なラットで見られるような食塩受容機構が壊れていたのである。さらに、妊娠中に食塩欲求を増進させたり、吐き気を催すホルモン性物質を投与された母親から生まれた仔ラットは、成長してから食塩欠乏状態にさらされると、その反応が亢進する (Nicholaides, Galaverna, & Meltzer, 1990)。ヒトを対象とした研究

4) 体内のナトリウム濃度が低下した状態。副腎の摘出、利尿剤の投与などの方法を用いると、実験的にナトリウム欠乏状態を引き起こすことができる。

### 満期産児のサッキング



### 早産児のサッキング

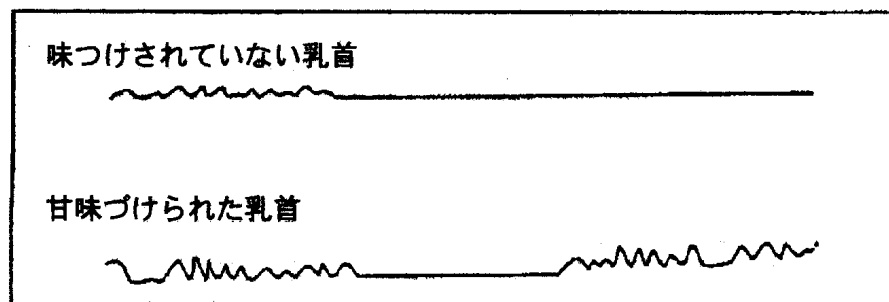


Figure 1. 満期産児（上）と早産児（下）の吸啜波。それぞれの波は、2.5分間の試行のうち30秒間のサッキングを表している。満期産児と早産児ともに、上はゴム性の乳首へのサッキング、下はショ糖で甘みづけられたゼラチン性の乳首へのサッキングを示す。甘みづけられた乳首は、満期産児と早産児の両方において、より多くのサッキングを引き起こしていることがわかる (Maone *et al.*, 1990より作成)。

からもゲッ歯類で得られたこのような結果と一致する結果が得られた (例えば, Crystal & Bernstein, 1994) が, 妊娠中の母親に起こった出来事が生まれた子どもの食塩に対する欲求の個人差に影響を与えることを証明するには, 更なる研究が必要である。さらに, 食塩を過剰に摂取すると血圧上昇を招くという点からみても, この研究は重要である。その他の味質 (taste qualities) については, 子宮内での経験が生まれてからの味への反応に影響を与えるということを示唆するデータは, ヒトにおいても動物においても, ほとんどない。後に議論するように, 経験が味の感受性や好みにも及ぼす影響は, 匂いに及ぼす影響に比べると小さいようである。

### 1.3. 嗅 覚

匂いの感覚あるいは嗅覚 (olfaction) は、鼻腔内にある匂いレセプターが化学物質によって刺激されるときに生ずる (Figure 2 を参照)。これらのレセプターは、第 I 脳神経のニューロンに存在する微毛 (cilia) に存在している。匂いを生じさせる分子には多くの異なった化学構造的な分類があり、その数は数百から数千はあると考えられる。そのため、味の感覚と違って、研究者の中でも基本臭の種類と数についてのコンセンサスは、今のところ得られていない。匂い感覚を生じさせる化学物質を検出するレセプター蛋白質をコードしていると思われる一連の遺伝子<sup>5)</sup> が最近同定された (Buck & Axel, 1991)。匂いレセプターニューロンからの感覚情報は、主嗅球<sup>6)</sup> に投射し、そこから扁桃体を經由して、前脳のある領域へ投射する。それらの

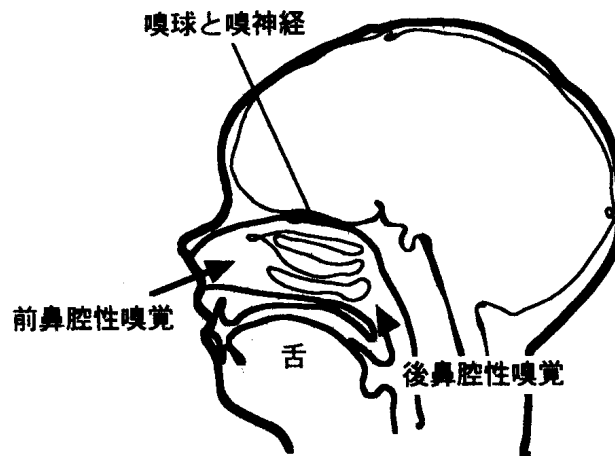


Figure 2. 乳児の頭部の矢状断面図。後鼻腔性嗅覚路と前鼻腔性嗅覚路とを示している。

- 5) 匂い物質が吸着するレセプターは蛋白質でできている。このレセプターは、吸着する匂い物質の化学構造に合った形をしている。レセプターの形を決め、体内のアミノ酸を組み合わせて蛋白質を合成し、レセプターを作り出すのは遺伝子の働きである。
- 6) 脳底部に位置し、嗅神経が投射する領域を嗅球という。嗅球は、構造上主嗅球と副嗅球とに分けられる。主嗅球には匂いの情報が、副嗅球にはフェロモンの情報が投射するといわれているが、ヒトの成人におけるフェロモン感受の神経機構については、その存在さえも実証されていない。

領域は摂食行動 (feeding) の調節にあたる領域でもある。

匂い物質は二つの経路を経て、匂いレセプターに到達する。すなわち、吸気として鼻孔を通り鼻腔に到達する前鼻腔性経路 (orthonasal route) と、乳児なら母乳を飲んでいるときに、子供や大人であれば食物を飲みこむときに、鼻咽腔の後ろを通過して鼻腔へ到達する後鼻腔性経路 (retronasal route) である (Figure 2)。後鼻腔性経路は、食物の風味の知覚において重要な働きをしている (Rozin, 1982)。例えば、ものを食べている時に鼻をつまむと、後鼻腔性嗅覚が遮断されるので、味の要素 (甘味, 塩味, 酸味, 苦味, うま味) のみが残って、食物の微妙な情報の多くがなくなってしまう。風味の知覚における嗅覚の重要さは、風邪によって匂いレセプターが遮断されているときには、普段よく食べている食物すら区別しにくくなることから理解できる。

嗅覚の処理にあたる神経系は、生まれる前にすでに成熟している (Arey, 1930; Bossy, 1980; Nakashima, Kimmelman, & Snow, 1985) が、ヒトの胎児が匂いに対して反応しているかどうかは知られていない。しかしながら最近の研究によると、胎児の浮遊している羊水の匂うことが示された。羊水の匂いは妊娠中の母親の健康状態を示す (Mace, Goodman, Centerwall, & Chinnock, 1976) だけでなく、母親が食べた食物も反映する (Hanser, Chitayat, Berbs, Brauer, & Mulbauer, 1985)。

最近の研究 (Mennella, Johnson, & Beauchamp, 1995) において、定期的に羊水尖刺<sup>7)</sup>を受けている10人の妊婦から羊水のサンプルが得られた。羊水尖刺の45分くらい前に、5人の女性にはニンニクの抽出オイルを含むカプセルを、残りの5人にはプラセボのカプセルを飲んでもらった。ニンニクカプセルを飲んだ女性の羊水サンプルとプラセボカプセルを飲んだ女性の羊水サンプルとをペアにし、トレーニングを積んだパネル<sup>8)</sup>がそれぞれのペ

7) 'ようすいせんし' と読む。腹壁を通して子宮内に針を刺し込み羊水を得ること。

8) 官能検査を行うためにトレーニングされた人たちのこと。検査対象物の匂いを

アを評価した。ニンニクカプセルを摂取した5人の女性のうち4人から得られた羊水サンプルの匂いは、プラセボを摂取した女性から得られた羊水サンプルよりも、ニンニクの匂いがきついと判断された (Figure 3)。つまり、妊娠中にニンニクを摂取すると、羊水の匂いに影響のであることがわかった。

胎児の気道には羊水が満たされている (Schaffer, 1910)。また、健常な胎児は、妊娠の最終期になるとかなりの量の羊水を飲みこんでいるが、吸入

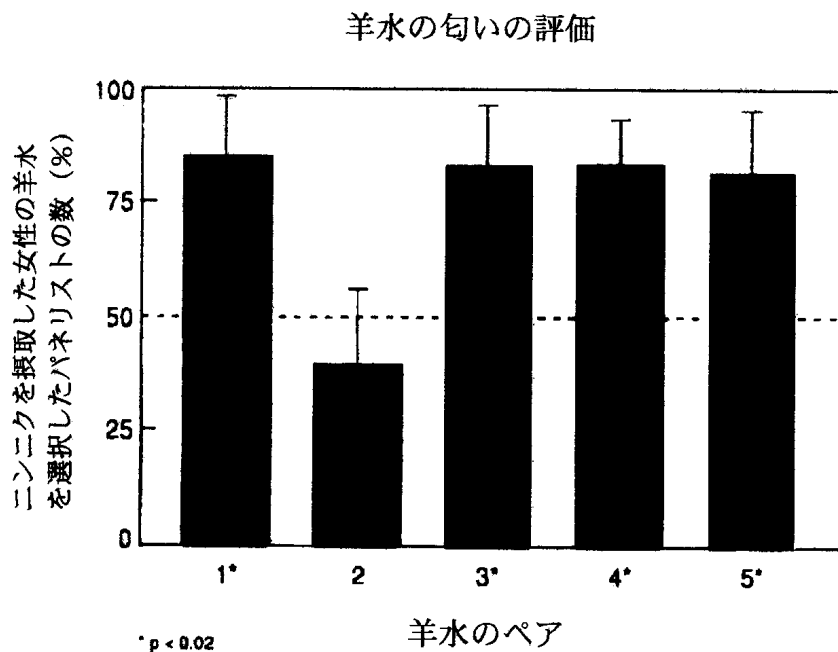


Figure 3. ニンニクカプセルを摂取した妊婦の羊水の匂いとプラセボカプセルを摂取した妊婦の羊水の匂いとの比較において、ニンニクカプセルを摂取した妊婦の羊水のほうが「強く匂う」あるいは「よりニンニク臭い」と評価したパネルの割合。パネルには2本一組の羊水サンプル（ニンニクを摂取した妊婦のものとプラセボを摂取した妊婦のもの）を提示した。パネルには、どちらのサンプルのほうが「より強く匂う」あるいは「よりニンニク臭い」かを示すように依頼した。選択率が50%であれば、サンプルの匂いに差は見られず、そのためパネルがランダムに選択したと考えられる。

→ 嗅いで、その匂いの強さや質などについて分析的な評価を下すことが要求されるため、匂いに対する鋭敏な感覚と客観的な分析能力とを併せ持っている人たちが選定される。

されている量はさらにその2倍にもものぼる<sup>9)</sup> (Duenholter, & Pritchard, 1976; Pritchard, 1965)。このようにして、胎児は生まれる前から独特の匂い環境にさらされているのである (Schaal, Orgeur, & Rognon, 1995 を参照)。

#### 1.4. 生まれる前の匂い体験がその後の行動に及ぼす影響

ゲッ菌類を用いた研究から、羊水中での匂い経験は生まれてからの匂いの好みに影響を及ぼすことが明らかとなった (レビューとして, Smotherman, & Robinson, 1988; Schaal, & Orgeur, 1992)。例えば、帝王切開で生まれた仔ラットは、誕生後すぐにテストされても、自分の母親の体液を好む (Hepper, 1987)。このことは、このような匂いに対する好みは生まれる前から獲得されていることを示唆している。さらに、胎児は自分の母親の食物選択についての情報を、羊水を通じて獲得する。妊娠中にニンニクを摂取していた母親から生まれた仔ラットは、ニンニクを経験したことがない母親から生まれた仔ラットに比べて、ニンニクに対してより強い好みを示した (Hepper, 1988)。

ヒトでも同じようなメカニズムが働いているかどうかは知られていないが、ヒトの胎児も様々な種類の感覚刺激に対して反応することが示されている。例えば、胎児は心拍の変化という形で子宮外の聴覚刺激に反応し (Fifer & Moon, 1988)、母親の下腹部に明るい光をあてるとまばたきをする (Birnholtz, 1988)。このような生まれる前の感覚経験が新生児のその後の行動に影響を及ぼす可能性があるということは、生まれる前に経験した特定の声やメロディ、あるいは文章などに対して好みを示すこと (DeCasper & Spence, 1986) や新生児がヒトの声を聞き分けることができること (DeCasper & Fifer, 1980; DeCasper & Prescott, 1984) などからもわかる。今後、ヒトの胎児における匂いの記憶とその能力とを探索するための研究

---

9) 胎児は多量の羊水を飲んでいて、胎児の口や鼻に入った羊水は、食道や胃を経て排出される (飲みこまれる) ものと、気管や気管支などを経て再び口腔や鼻腔を通して排出される (吸入される) ものとの分けられる。



がなされる必要がある。

## 2. ヒトの胎児における味と匂いの知覚

### 2.1. 味

ヒトの味覚の発達に関する初期の研究の中には、味刺激に対する新生児の反応を評価するために、顔面表情（満足、好き嫌い、拒否などを示していると思われる）を指標として使ったものがある。生まれてから最初の数時間、新生児は口の中に与えられた味に対して比較的一貫した味質特異的な顔面表情を表す。例えば、糖の甘味に対しては顔面の弛緩が起こり、リンゴ酸の酸味に対してはしかめつらが起こる。キニーネや尿素の苦味に対しては、舌の突き出しやしかめつらが起こる (Ganchrow, Steiner, & Munif, 1983; Rosenstein & Oster, 1990; Steiner, 1977)。塩味に対しては、特定の顔面反応は見られない (Rosenstein & Oster, 1990; Steiner, 1977)。

味の好みを研究するときに最も頻繁に用いられる方法に、短時間のうちに味溶液と水とを与えて、それらの摂取量を比較する方法がある。この方法では、前に述べた顔面表情を指標とする研究よりも一般的に弱い濃度の味溶液が使われる。新生児が味溶液を水よりも多く摂取すれば、新生児がその味を感じていると推定できる。さらに、確実性は落ちるが、その新生児はその味を水よりも好んでいるとも推定できる。多くの研究では溶媒として水を用いている。しかし、酸味や苦味に対する新生児の反応をテストするときには少し甘味をつけた溶媒を用いることもある。早産児を用いたときと同じように、新生児は甘い味のする糖を強く好むことがわかった。新生児は甘味をつけられた溶媒に対しても反応し、様々な甘味料を区別することができる (Desor, Maller, & Turner, 1977)。対照的に、新生児はリンゴ酸の酸味を避ける。しかしながら、低～中濃度の塩味や尿素の苦味に対しては、明らかに区別できる反応を示さない。最後に、摂取量を測るのではなく、早産児と同じように、新生児のサッキングパターンを測定した研究もある。甘味刺激は新生児のサッキングを増進させるので、新生児は甘

味をポジティブに感じていることがわかる。しかしながら、塩味刺激はサッキングを減少させるので、新生児が塩味をネガティブなものと感じていることが示唆される (Crook, 1978)。

どちらの測定法にも限界がある。にもかかわらず、研究の結果が同じ方向にあるということは、新生児は甘味に対して極めて感受性が高く、それを好む反面、強い酸味を持つ物質は拒否するという結論を支持するものである。苦味や塩味に対する新生児の反応に関しては結論づけることはできない。新生児は、濃いキニーネや尿素に対してネガティブな顔面表情を示すが、低濃度の尿素は拒否しない (Desor, Maller, & Andrews, 1975)。このような反応の違いがなぜ起こるのかということについては明らかとなっていない。おそらく新生児は苦味を感じることはできていても、それを拒否したり、摂取を調節したりするためにはさらなる成長を必要とするのではないだろうか。様々な苦味物質を用いたり、別の行動指標を用いた研究を行えば、この問題は解決できるかもしれない。さらに、苦味を呈する化学物質には、いくつかの異なったトランスダクション経路<sup>10)</sup>との相互作用が存在する可能性もある (Speilman, Huque, Nagai, Whitney, & Brand, 1994)。これらのトランスダクションの成熟程度の違いによって、新生児の苦味物質に対する感受性が変わってくるのではないだろうか。塩味の知覚については、摂取と顔面表情とを測定した研究より、新生児は塩に対して感受性が低く、検知できていない可能性のあることが示唆されている。しかし一方で、塩味は、新生児のサッキングのいくつかの要素を抑制しているのである。ここでも、さらなる研究が必要である。すくなくとも塩味が新生児にとって魅力あるものであるということを示唆する研究はない。

新生児期 (neonatal period) 以降の時期は、味覚の発達に関する研究では

10) 化学物質が味細胞を脱分極させると味覚が生じる。物質が持つ化学情報の神経電気活動への変換過程をトランスダクションと呼ぶ。苦味の場合は苦味物質が味細胞に吸着してから味細胞を脱分極させるまでの経路が幾パターンもある可能性が示唆されている。

無視されてきた。にもかかわらず、この発達段階において味に対する反応に変化が起こるということを示唆する研究がいくつかある。メキシコで行われた研究では、2～24ヶ月の栄養状態の良い乳児と栄養不良の乳児の反応に注目し、乳児のカロリー摂取の状態が味の好みに影響を及ぼすかどうかを調べた (Vasquez, Pearson, & Beauchamp, 1982)。すべての月齢の子供において、どちらのグループの子供もショ糖を好み、苦い尿素刺激や酸っぱいリンゴ酸刺激を拒否した。一歳未満の乳児は水に比べて塩刺激を好んだが、一歳以上の乳児は塩に対して明らかな行動は示さなかった。

乳児が塩に対して好みを示したことは大変興味深い。新生児が塩に対して反応を見せなかったり、水と比較したときには拒否したことを思い出して欲しい。塩の受容という点において、発達過程における変化が示唆されるということは、最近アメリカで行われた研究によっても支持されている。この研究では、塩味に対する好みは4か月齢前後にはじめて見られた (Beauchamp, Cowart, & Moran, 1986)。加えて、サッキングパターンと摂取量とを測定した研究から、塩に対する感受性は3～6ヶ月齢時に上昇するという成長に伴う変化が見いだされた (Beauchamp, Cowart, Mennella, & Marsh, 1994; Harris, & Booth, 1987)。誕生時には明らかな反応を見せなかったり、拒否していた塩味を、成長が進むにつれ受け入れるようになるという変化に関しては、塩味の生後経験がそれほど大きな役割を果たしているわけではないと考えられている (Beauchamp & Cowart, 1990)。この変化はむしろ、塩味知覚を支える中枢性あるいは末梢性 (あるいはその両方) メカニズムの生後における成熟を反映しているのだろう。約4ヶ月齢で出現する塩味に対する好みというものは、学習されたものではない可能性が高い。乳児の苦味感受性に関する最近の研究で明らかになったことは、新生児は比較的低濃度の尿素を拒否しないが、14～180日齢の子供は明らかに拒否するということである (Kajiura, Cowart, & Beauchamp, 1992)。これらのデータは、苦味の知覚や苦味溶液の摂取を調節する能力は発達初期に変化するという考えと一致する。

まとめると、乳児の感覚世界は、大人のものとは異なっているということである。異なる味刺激に対する感受性は、生後のそれぞれ異なった時期に発達するといえよう。特に、甘味に対する反応は生まれる前から顕著であり、生後に大きな変化が起こることは知られていない。同じように酸味の拒否も生まれたときから既に顕著である。それに対して、塩味や苦味に対する感受性の変化は生後に起こり、それは塩味の場合にもっとも顕著である。塩味好みの発達的变化は、経験とは独立した感受性の変化を反映しているのかもしれないし、特別な経験の結果、あるいはその両方かもしれない。

## 2.2. 初期の味経験による成長後の行動変化

生後に起こった体内のナトリウム濃度の低下が、その後の塩味の好みに影響を及ぼす可能性が示唆されている。発達の初期段階にナトリウム欠乏を経験すると、成長してからの食塩欲求の亢進することがラットを用いた研究から見いだされた (Frankmann, Dorsa, Sakai, & Simpson, 1986; Sakai, Fine, Epstein, & Frankmann, 1987)。ヒトを対象とした様々な臨床研究から、発達初期にナトリウム欠乏になると、成長してから過剰に食塩を摂取するようになることが示唆されている (レビューとしてBeauchamp & Cowart, 1993)。さらに、乳児期に塩化物欠乏食にさらされてナトリウム欠乏状態になった子供は、塩化物欠乏にならなかったきょうだいに比べて、強い塩味を呈する食物に対する好みの高いことが示された (Beauchamp & Cowart, 1993)。

これらのデータは、前に述べた母親の妊娠中に起こったナトリウム欠乏の影響と同様に、食塩に対する好みと感受性が生後の経験によって影響を受けることがあるということを示唆している。他の味質に関しては、経験がその後の好みや感受性に大きな影響を及ぼすことは知られていない。生まれてから最初の数ヶ月の間甘味づけられた水を飲んできた乳児は、2歳の時点でテストすると、そうでない子供に比べて甘い水により強い好みを

示した (Beauchamp & Moran, 1985) が、その好みは甘い水に対して特異的であり、他の甘味食物に般化することはなかった。さらに、蛋白質加水分解物は遊離アミノ酸を多く含んでおり、苦味を呈する<sup>11)</sup> ので、普通の子供は蛋白質加水分解物を含んだものを食べたがらない。しかしながら、蛋白質加水分解物を流動食として食べていた乳児は、児童期に至るまで、その食物を受け入れやすいということが逸話的に知られている。この現象が再認できうるかどうか、また味や匂いなどの感覚特性が重要であるかどうかについては、現在、モネル化学感覚研究所<sup>12)</sup> で研究中である。

### 2.3. 匂い

生後直後から、ヒトの乳児は、多くの種類の揮発物質を弁別することができ、匂いに関する複雑な連合学習を行うことができる (Leon, 1992; Schaal, 1988; Wilson & Sullivan, 1994)。新生児にとって最も明瞭な匂いはおそらく母親の匂いであろう (MacFarlane, 1975)。生後数時間以内でも、母親と乳児は匂いの感覚のみを通じて、お互いを認知できる (レビューとして Schaal, 1988)。母乳で育てられた乳児は、自分に乳を与えてくれる母親が着けていた胸パッドと授乳中の知らない女性の胸パッドとを提示されると、自分の母親の胸パッドが置いてある方を向いている時間が多い (Schaal, 1986, 1988)。乳児は、自分の母親の匂いにさらされると、頭や手の動きを止め、サッキングを盛んにするようになる (Schaal, 1986)。授乳中の知らない女性の匂いと自分の母親の匂いを区別できるという能力は、胸

11) アミノ酸は、化学構造上、D型とL型とが存在する。ほとんどのD型のアミノ酸は甘味を呈するが、L型のアミノ酸には苦味を呈するものもある。天然の食物には、L-アミノ酸が含まれることがおおく、そのために食物自体としても苦味を呈するものが多く存在する。

12) モネル化学感覚研究所は、アムブローズ・モネル財団からの経済的援助を主体として、1968年にペンシルバニア大学で世界最初の化学感覚研究所として創設された。現在は、財政的に大学から独立した立場となり、米国政府や各国の食品、飲料、薬品、香料などの製造会社から、研究費や人件費などの援助を受けている。

の周囲から生じる匂いに限ったものではない。すなわち、乳児は母親の脇の下 (Cernoch & Porter, 1985) や首 (Schaal, 1986) から漂ってくる匂いも識別できる。さらに新生児は、洗って匂いが幾分かうすれた乳房より、洗っていない乳房の方を好む (Varendi, Porter, & Winberg, 1994)。ヒトの乳児においても、他の哺乳類の場合と同じように、母親の匂いが子を乳首に導く機能を果たしており、早い時期での乳首へのアタッチメントとサッキングとを強化するのに一役買っているのである。

哺乳瓶で授乳されている乳児が匂いのみを手がかりとしたときに、自分の母親を同定することができるかどうかは確かめられていない (Cernoch & Porter, 1985; Schaal, 1986)。一方、母乳で育てられている乳児は母親を匂いのみで同定できる。母乳で育てられている乳児は、哺乳瓶で授乳されている子供とは違って、長い時間母親とのスキンシップをとっており、授乳中には鼻孔が母親の胸や脇の下に近いところへ位置しているためにこのような違いが見られるのであろうと考えられてきた (Cernoch & Porter, 1985)。しかしながら、最近では、哺乳瓶で授乳されている子供も、授乳中の女性の匂いを、出産したことがない女性の匂いよりも好むことが示唆されている (Makin & Porter, 1989)。これらのことから、母乳の揮発成分<sup>13)</sup>は、すべてのヒトの新生児にとって大変魅力的なものであるといえよう。新生児の母乳に対する匂いの好みは、母乳と羊水との匂い構成が似ているためだと考えられている (Stafford, Horning, & Zlatkis, 1976; Schaal, 1988)。

### 3. 匂い物質の母乳へのとけこみとそのことが乳児の匂い経験に及ぼす影響

乳児が母乳中に存在する匂い物質を経験する際には、後鼻腔嗅覚が大きな役割を果たしている。ヒト以外の哺乳類を用いた研究によると、母親が食事中に摂取した食物の風味の多くが母乳にとけこみ、その風味によって母

---

13) 揮発成分の多くは匂い物質となる。

乳の味が変化し、こどものその後の好みを変えていくということがわかってきた。我々は最近、乳児の初期風味経験におけるヒト母乳の役割について焦点をあてた研究を行っている。ここでは、この話題に関する文献をレビューし、ヒトにおける母親と乳児の関係についての最近の知見を紹介していく。

### 3.1. 動物モデルによる研究

1757年に、ビートやカブを食べて育ったメス牛から搾乳された牛乳は、苦い味を呈することが報告された (Bradley, 1757)。ビートやカブを食べることが、実際に牛乳の味や匂いを変化させるのかどうかということは知られていない。この報告以来、いろいろな餌 (牧草や麦など) や野草 (ニンニクやタマネギなど) あるいはメス牛が吸っている空気中にある様々な匂い物質が、乳腺中にある牛乳にとけこみうるとの報告が多くなされてきた (Babcock, 1938; Bassette, Fung, & Mantha, 1986)。このような風味に関連する揮発成分として、例えばジメチル・サルファイド類が同定された (Shipe *et al.*, 1978)。おそらく、最も一般的で、簡単にわかる風味は、メス牛が野生のニンニクやタマネギを食べたときにとけこむ風味であろう。

牛以外の哺乳類についての研究から、子は母親が授乳中に食べていた食物の匂いを好むことが示された。授乳中のメスブタの食物と同じ風味を離乳後の子の食物に混ぜたところ、離乳後の仔ブタの成長が改善された (Campbell, 1976)。さらに、離乳直後の子は、母親が授乳中に食べていた食物の風味を積極的に選択し、その風味に対する好みを示した (e.g., Bilko, Altbacker, & Hudson, 1994; Capretta & Rawls, 1974; Galef & Sherry, 1973; Hunt, Kraebel, Rabine, Spear, & Spear, 1993)。さらに、摂乳<sup>14)</sup> 期間中に様々な風味を経験すると、生長後、新奇な風味をより受け入れやすくなった (Capretta, Petersik, & Steward, 1975)。授乳している母親が風味の強い食物

14) ここでは nursing という単語が使われている。以降、文脈からみて母親が主格の場合は“授乳”，子が主格の場合は“摂乳”と訳していく。

を摂取する前後、その母親が分泌する乳の匂いを評価するということには行われなかったが、これらの研究から、子は母親の息や身体、毛やヒゲなどについて匂い物質を知覚しているのではなく、乳にとけこんだ風味を手がかりとしているということが示唆された (Galef & Henderson, 1972; Nolte & Provenza, 1991; Wuensch, 1978)。前述した研究のほとんどは、離乳期間中の子の好みを評価していた。これらの研究で見られた子の好みは長く続くものではなかったが (Galef & Henderson, 1972)、授乳期間と離乳期間の両方でその風味を経験させると、子の好みはより強くなり、より長く持続するようになった (Capretta & Rawls, 1974)。母乳にとけこんだ風味に対する好みの発現について、臨界期が存在するかどうかは不明である (Provenza & Balph, 1987 を参照)。

子は離乳期間中に、何を食べるかということと、どのようにして餌を得るかということを経験しなければならない。離乳後の食餌選択に影響を及ぼす重要な因子の一つは、同種の成体の食べる餌を経験することであろう (Galef, 1971)。子は同種の成体の餌場に引き寄せられる (Galef & Clark, 1971, 1972)。しかしながら母親は子の食習慣に影響を与えるという点で、他の同種の成体よりも重要であるようだ。母親と一緒にマウンテン・マホガニーを食べた仔羊は、母親がいない状態で食べた仔羊よりも、マウンテン・マホガニーに対してより強い好みを形成した (Nolte, Provenza, & Balph, 1990)。同じように、母親と一緒に新奇な食物を食べた仔羊は、何の関係もないメス羊と一緒に食べた仔羊に比べて、2倍もの量を摂取した (Thorhalldottir, Provenza, & Balph, 1990)。これまでの話をまとめると、母親の乳にとけこんだ風味を経験することは、母親が子にどの食物が「安全」なのかということを経験する方法の一つであるということになる (Rozin, 1976)。さらに、子は初めて固形食に直面したときに、母親が食べたことのあるものと同じ食物を選択する傾向にある。



### 3.2. ヒトを対象とした研究

ヒトの母乳の匂いに関する研究 (Barker, 1980; McDaniel, 1980) において、24人の授乳中の女性から母乳サンプルが、3日間連続で午前中に集められた。集めてから3時間以内に、トレーニングを受けたパネルが、それぞれの母乳サンプルの風味とテクスチャー (口あたり) とを評定した。これらの感覚特性はそれぞれの母親によって異ったが、味の質では甘さが一番の特性であった。パネルは、サンプルの中には独特の風味を持つものがあったと報告した。中でも特に興味深かったのは、サンプルを採っている期間中に“香辛料”が多く含まれた食事をとった女性の母乳の風味を記述するときに、パネルたちは、“からい”、“香辛料の匂いがする”、“コショウのような”という言葉を用いたことである。これらのことより、乳児が経験する母乳の風味の質や強さは、様々であることがわかる。

#### 3.2.1. ニンニクの風味

食物から生じた風味は母乳にとけこみ、その母乳を飲んで育った子供は、母乳にとけこんでいた風味を呈する食物を好むという仮説を体系的に検証した研究が最近行われた (Mennella & Beauchamp, 1991a)。もっぱら母乳で育てられてきた乳児と母親が、途中一週間の期間を挟んで、合計2日間の実験に参加した。第一回目の実験日に母親はニンニク入りのカプセルを摂取した。その一週間後に行われた第二回目の実験日には母親はプラセボのカプセルを摂取した。乳児はそれぞれ要求に応じて授乳された。乳児の母乳摂取量を推定するために、子供の体重を母乳の摂取前後に量り、その差を記録した。さらに乳児の乳首への接触時間を計測するために、授乳の様子をビデオテープで記録した。カプセルの摂取前後の一定時間にそれぞれの母親から母乳のサンプルをとり、数時間以内に大人のパネルが母乳の風味を評定した。

ヒト以外の哺乳類と同じように、食事からの揮発成分は、母乳にとけこんでいた。母親がニンニクを摂取すると、母乳の匂いの強さは明らか

に上昇した。この匂いの強さの上昇は、摂取後2時間をピークとして、その後下降した (Figure 4を参照)。母親がプラセボのカプセルを飲んだときには、母乳の匂いに変化はみられなかった。乳児は、母乳がニンニクのような匂いをさせているときの方が、匂いがしないときよりも多く飲んだ。このことから、乳児は母乳の匂いの変化したことを感知してい

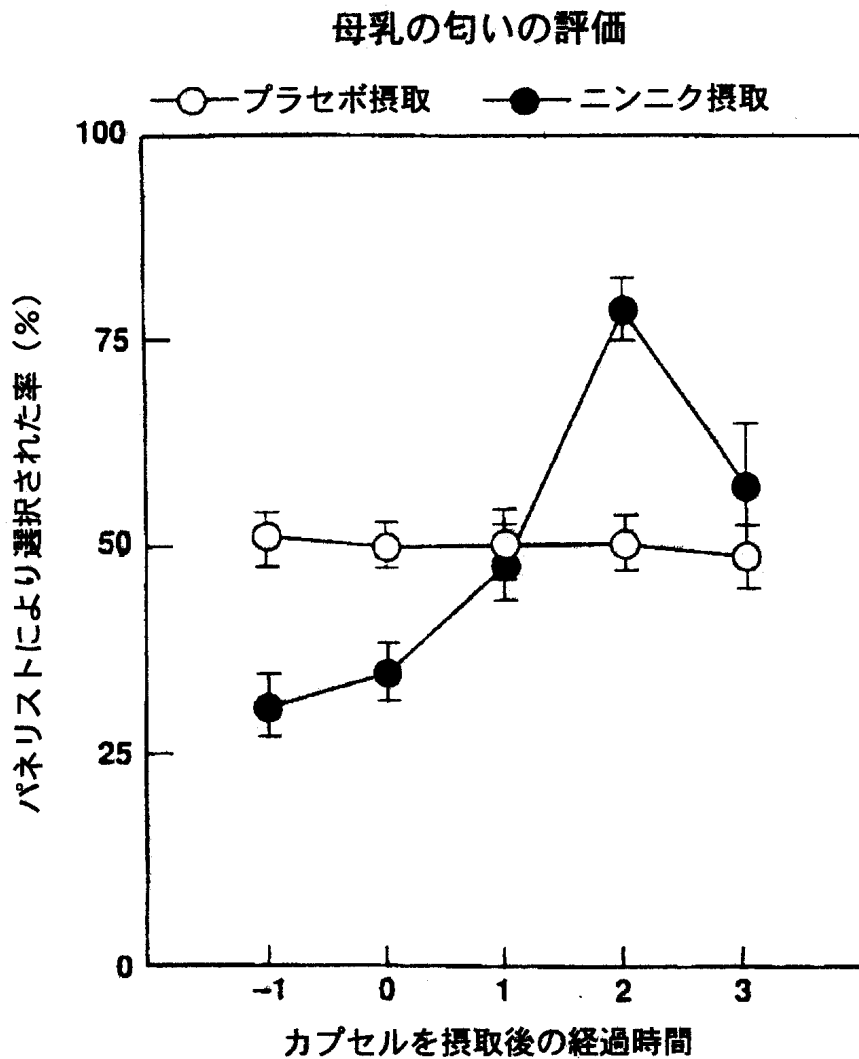


Figure 4. ニンニクカプセル (黒丸) あるいはプラセボカプセル (白丸) 摂取前後で母乳の匂いを嗅いだときのパネルの選択率。強制選択法に基づき、パネルに2本一組の母乳サンプルを提示し、どちらのサンプルが「よりニンニク臭い」あるいは「匂いが強い」かを選択させた。選択率が50%であれば、サンプルの匂いに差は見られず、そのためパネルがランダムに選択したと考えられる。(データはそれぞれ平均±標準誤差) (Pediatrics, 1991, 88: 744-747 から許可を得て転載)

たと考えられる。さらに、母乳がニンニク風味を呈すると、乳児はより多く摂乳する傾向にあることも示唆された。

別の研究から、授乳中の母親がニンニクをくり返し摂取すると、ニンニク風味のする母乳に対する乳児の反応が変化することが明らかになった (Mennella & Beauchamp, 1993b)。ニンニクカプセルをくり返し摂取した母親の子どもを対象にして、母親がニンニクを摂取しているときと、プラセボを摂取しているときの母乳摂取量を比較した (Figure 5を参照)。実験では、母親と子供は合計11日間の実験に参加した。グループ1の母

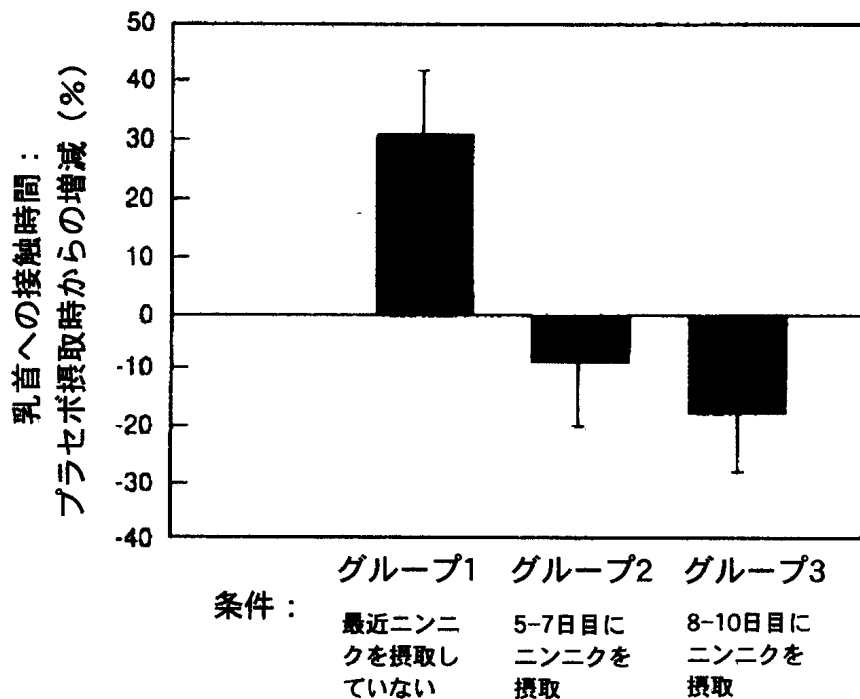


Figure 5. 母親がニンニクカプセルを摂取したとき (11日目) には、プラセボカプセルを摂取したとき (4日目) に比べて、乳首への乳児の接触時間がどのように変化するのか、ということを変化率として表している。グループ1の乳児は、1～10日目のすべてにおいてニンニク風味を経験することはなかった。グループ2の乳児は、5～7日目にニンニク風味を経験し、グループ3は8～10日目にニンニク風味を経験した。すべての母親と乳児は11日間の研究に参加した。乳児の乳首への接触行動をそれぞれ別の2日間に観察した：4日目は母親はプラセボカプセルを摂取し、11日目には母親はニンニクカプセルを摂取した。(Mennella and Beauchamp, "The effects of repeated exposure to garlic-flavored milk on nursing behavior," *Pediatric Research* 34, 805-808 から許可を得て転載)

親は、第1～10日目のすべてにおいてニンニクを一切摂取しなかった。グループ2の母親は第5～7日目に、グループ3の母親は第8～10日目にニンニク入りのカプセルを摂取した。子供の母乳摂取量は、第4日目と第11日目に測定された。すべての母親は第4日目にはプラセボのカプセルを、第11日目にはニンニクカプセルを摂取した。その結果、その前にニンニクを摂取していない母親の子供はニンニクの匂いのする母乳をたくさん飲んだが、最近くり返しニンニクを摂取した母親の子供は、ニンニクの匂いのする母乳を少ししか飲まなかった。

おそらく、母乳を通じてくり返しニンニクの匂いを経験していた子供にとっては、ニンニクの匂いは単調に感じられたのであろう。短い時間にある食物をくり返し食べていると、子供 (Birch & Deysher, 1986) においても大人 (Rolls, Rowe, & Rolls, 1982) においても、その食物のおいしさや摂取量の減少することが報告されている。しかしながら、最近あまり食べていない食物に対しては、よりおいしく感じ、食も進むのである。さらに、風味が弱く、ニンニク臭もしない母乳を飲んでいた乳児にとって、ニンニクの匂いのする母乳は刺激的であり、そのため乳児が覚醒したのかもしれない。哺乳類の幼体は覚醒すると、サッキングを多くしたり (Bridger, 1962)、様々な口腔の動きを見せる (Korner, Chuck, & Dontchos, 1968; Terry & Johanson, 1987)。しかしながら、摂乳時間が長くなったとしても、母乳の摂取量が増加するとは限らない。乳児の母乳摂取は、母乳の栄養価や乳児の好み、あるいはその両方の影響を受ける。とはいえ、前述のような現象は、母乳の感覚要素が乳児の摂乳パターンと持続時間とに大きな影響を与えていることを示唆している。

### 3.2.2. バニラ風味

人工乳で育てられている乳児の食事は、ともすると“味気のない”ものになりがちである。そこで、離乳が始まった乳児のために作られるフォローアップミルクに、その風味特性と多様性を提供しようという

理由から、バニラの風味を加えるべきだと専門家たちは勧めている (Food Advisory Committee, 1992)。さらに、バニラ風味のおしゃぶりを配布している病院もある。そこで、以下の2つの実験から、母乳で育てられている乳児と人工乳で育てられている乳児の、バニラ風味の母乳に対する反応を調べることにした (Mennella & Beauchamp, 1996)。ニンニク風味実験のときと同じように、母親がバニラ風味の食物を摂取した後では、子供は長い時間摂乳し、摂取量も多かった。母親がバニラ風味の食物を摂取してから1～2時間のうちに、大人のパネルが母乳の匂いを判定したところ、明らかなバニラ臭を示すことがわかった (Mennella & Beauchamp, 1994)。

母乳の風味の変化が、子供の摂乳行動にどのような影響を与えるかという研究では、母乳以外に現れる風味摂取の影響 (例えば母親の息や汗の匂い変化など; Mennella & Beauchamp, 1991a でより詳しく議論されている) を捨てることはできなかった。このような問題があるため、母乳の風味の変化が乳児のサッキング行動を変化させたと結論づけることはできない。この問題を直接検証するためには、母乳で育てられている子供を対象に、匂いを加えていない母乳と匂いを加えた母乳とを哺乳瓶から飲ませ、そのときの行動を比較すればよい。しかしながら、この方法にもいささか問題がある。というのは、母乳で育てられている乳児には哺乳瓶から母乳を飲んだことのある子供は少ない (Auerbach & Danner, 1988) ので、乳児のサッキング行動が変化したのは、母乳を哺乳瓶から摂取するという新奇な経験によるのか、風味の影響なのかということを決定することが難しいからである。

第二実験では、人工乳で育てられている乳児を対象に、バニラ風味を添加された乳を摂取するときの反応を観察し、バニラ風味の影響だけを調べることにした。母乳で育てられてきた乳児と同じように、人工乳で育てられてきた乳児もバニラ風味の人工乳をより強く摂取し、また摂取時間もより長くなった (Mennella & Beauchamp, 1996)。

なぜ乳児は、バニラ風味の乳に対して摂取量を増やしたのだろうか？この実験においても前述の実験と同じように、テスト日前の3日間、バニラ風味を添加された食物を食べないように母親に依頼した。さらに、人工乳で子供を育てている母親は、子供に対して単調な風味の乳を与えていた（人工乳は単一の味である）。これらのことから考えると、乳児の摂乳量を増加させるためには、匂いの新奇性だけで十分なのであろう。あるいは以下のように考えることもできる：乳児は、初期経験（人工乳で育てられている乳児に対しては不適切な表現かもしれないが、彼らも子宮内で経験した可能性はある）や、（甘味に対する好みと同じように）生得的な好みのために、バニラ風味をポジティブに受け取ったのかもしれない。

これらのデータは、我々が以前に報告したもの（Mennella & Beauchamp, 1991a, 1991b, 1993a, 1993b）と同じで、乳児は、人工乳に添加された匂いや母親の食物から母乳へと移った匂いを検知することができ、ある風味の経験はその後の食物に対する乳児の好みを変化させることを示唆している。バニラ風味のおしゃぶりの経験が、似た風味を持つ母乳や人工乳に対する乳児の好みに影響を与えるかどうかについては、今後の研究によって検証されなければならない。

### 3.2.3. アルコールの風味

母親から子供へ匂いが伝達される仕組みと、その匂いが乳児のサッキング反応におよぼす影響とに関する研究は、母親のアルコール摂取の影響についても扱っている。何世紀もの間、授乳中の女性はアルコール摂取に関して忠告を受けてきた。アルコール中毒になる一番の原因は母乳にあると主張するアドバイザーもいるが、母乳がよくでるようになるとか母乳で育てると子供が丈夫になるといった理由から、母親にアルコール飲料（とくにビール）の摂取を勧める人もいた（Robinovitch, 1903; Rowth, 1879）。後者の俗説に乗じて、ビール会社は1900年代初頭に、授乳

中の女性を対象とした低アルコールビールやノンアルコールビールなどを販売した (Krebs, 1953)。

ニンニクやバニラ風味の実験と同じような手法を用いて、オレンジジュース中に少量のアルコールを入れた飲料 (Mennella & Beauchamp, 1991b)、あるいはビール (Mennella & Beauchamp, 1991a) によって母親にアルコールを摂取させると、その母乳の匂いに変化することがわかった。匂いの変化は母乳中のアルコール濃度に応じて変化した。俗説とは反対に、母親がアルコールを摂取してから3～4時間は、乳児は母乳を摂取しなかった (Figure 6を参照。Mennella & Beauchamp, 1991b, 1993a)。

このような母乳摂取量の減少についての解釈はいくつかある。まず、乳児は母親の母乳の風味が変化したことに反応したのかも知れない。つ

授乳中の女性がアルコールを摂取した後の母乳摂取量の変化

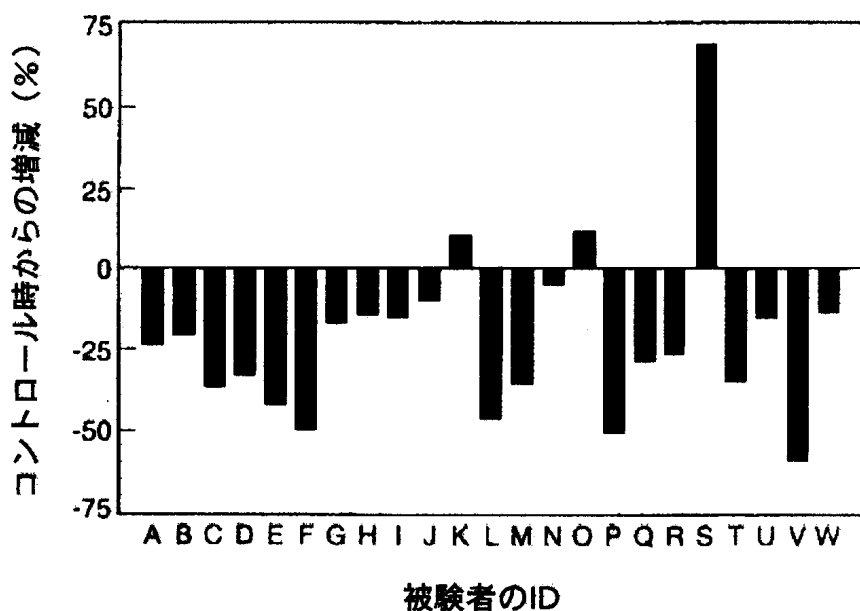


Figure 6. 母親がアルコール飲料を摂取したときとノンアルコール飲料を摂取したときでは、乳児の母乳摂取量がどのように変化するかということを変化率によって示した。23人の乳児のうち20人において、母親がアルコール飲料を摂取したときの母乳摂取量の減少がみられる (データはMennella & Beauchamp, 1991b と 1993a を合わせたもの)

まり、詳しくは不明であるが、アルコールの匂いは子供にとっておいしくない (unpalatable) のかもしれない。しかし、この説明はありそうにはない。というのは、母乳中に含まれる低濃度のアルコールは甘いとか快い (pleasant) と記述されることが多いからである (Mennella & Beauchamp, 1991b)。

次に、母乳摂取量の低下はアルコールが乳児に及ぼす薬理的な作用によるものであるとも考えられる。しかしながら、この解釈も違っているようだ。幼児が母乳を摂取したがるのは、母親がアルコール飲料を摂取した後の最初の授乳の際にのみ、みられるからである (Mennella & Beauchamp, 1993a)。他の方法を用いて、少量のアルコールを短時間、乳児に与えてみるという研究が必要とされる。

三つ目の説明は、アルコールの母親に対する薬理的な作用のため、乳児の母乳摂取量が低下するというものである。詳しく述べると、アルコール摂取は母乳の射乳反射<sup>15)</sup> に影響を与えているかもしれないということである (Cobo, 1973を参照)。さらに、アルコールが入ることによって母乳のカロリーが上昇し、摂取量が少なくとも幼児は多くのカロリーを摂取できるようになったためではないか、とも考えられる。母ラットに対して慢性的にアルコールを摂取させると、その母ラットが分泌する乳の成分は、コントロールラットの乳と比べて、脂質が高くなり、乳糖が低くなる (Vilaro, Vinas, Romesar, & Herrera, 1987)。蛋白質や水分には変化が見られなかった。脂質は、蛋白質や乳糖よりも高いカロリーを持っているため、アルコールを摂取したラットは高エネルギー性の母乳を出すと考えられる。子供の母乳摂取の変化がアルコール摂取による直接の結果か、栄養成分の変化によって生じるのかは不明である。またヒトにおいても、アルコール摂取が母乳成分などに (ラットの時と) 同じような影響を及ぼすのか、あるいは母親をリラックスさせることによ

15) 乳児が乳房に吸いつくと、その触感覚に対して反射的に乳汁が分泌されること。



坂井・長谷川・今田：人はなぜ食べるのか(4)：発達初期における風味嗜好とその形成 (Mennella and Beauchamp, 1996より)

て射乳量を増加させるのかということもわかってはいない。これらの問題については更なる研究が必要とされる。

#### 4. 臨床への応用と結論

乳幼児の感覚世界は、子供や大人の感覚世界とは異なっている。さらに、新生児の感覚世界は6ヵ月齢の乳児の世界とも異なっている。大人では、味や後鼻腔性の匂い、口腔内刺激感は、一つの感覚ゲシュタルト(すなわち風味)を形成する。乳児でも同じことが起こっているかどうかはわからない。確かなことは、乳児にとってはこれら3つの感覚系のバランスが(大人と)違うということである。新生児はいくつかの味覚要素(例えば塩味やある種の苦味)については大人程の感受性はないし、他の感覚(例えば匂いや刺激感)に対してはかなり高い感受性を持っている。

食習慣と好みは、新しい文化のもとへ移動したときに、一番変化しにくい文化特性だといわれている(Rozin, 1980)。このことは、選択される食物の種類というものは人生の初期に確立されるものであるということを暗に示している。しかしながら、このことを支持する直接的な証拠はほとんど得られていない(レビューとしてRay & Klesges, 1993; Rozin, 1984)。例えば、子供と両親との食物の好みの類似性は低く(Birch, 1980; Burt and Hertzler, 1978; Pliner & Pelchat, 1986)、ヒトを含む霊長類では、若い個体は新奇な食物を食べてみようとする傾向が高いという結果もある(レビューとしてBeauchamp & Maller, 1977)。

子供の食物選択は発達の初期段階で確立されると考えられている反面、子供と両親の食物に対する好みにおける類似性は低い。どのようにすれば、この相反する結果を一致させることができるのだろうか。両親(特に母親)の食物への好みと子供の好みとの相関が低いということは、初期の経験がその後の風味選択や風味に対する好みに影響を及ぼさないということを必ずしも意味するものではない。すでに書いたように、乳児と子供と大人のそれぞれの感覚系は異なっているので、風味嗜好において、食物経験が影

響を及ぼしているとしても、大人と乳幼児とが同じ様な食物の選択を行うとは限らないのである。また、食物に対する好みを形成している諸要因を測定する標準的な方法も今のところ存在しない (Birch, 1980; レビューとして Ray & Klesges, 1993 も参照)。さらに、我々の知る限り、家族内あるいは家族間での風味に対する好み (食物に対する好みではなく) を評価する研究はない。好まれる (あるいは忌避される) 風味の種類と最も好まれる風味強度とを評価する家族単位での研究が必要である。このような研究によって子供の好みを直接調べるべきである。というのは、母親の子供の好みに対する評価はしばしば不正確で、バイアスがかかっているからである (Birch, 1980 を参照)。最後に、子の食物に対する好みに関する従来の実験的な研究や動物実験は、子宮の中の風味や母乳に含まれる風味より、ごく早い時期の風味経験のことを軽視している。

ヒトの母乳はある決まった風味を持つものではないが、乳児の化学感覚経験の豊富な源であるかもしれないことを、私達の実験は示した (Mennella & Beauchamp, 1991a, 1991b, 1993a, 1994)。さらに、母親や乳児の風味経験が、味に対するその後の乳児の反応を変容させることもある。これらの発見は、母乳で育てられた乳児の感覚世界は豊富で、哺乳ビンで育てられた子供の感覚世界とは極めて異なっていることを示している。哺乳ビンで育てられた子供は標準化された人工乳が呈する一定の風味しか経験しないので、人類の誕生から最近に至るまでのすべての乳児が経験していた重要な感覚が失われようとしているのである。先に示した (Mennella, 1995; Mennella & Beauchamp, 1991a, 1993b, 1996) ように、ヒトの発達において初期の感覚経験はとりわけ重要であるし、人工乳の広がりや乳児の免疫的・心理的利益を奪ってしまった可能性もある (Goldman, Atkinson, & Hanson, 1987)。それだけではなく、母親や家族、文化の味覚世界に関する教育や情報の重要な源に乳児が接することを制限しているのである。

我々がすでに見いだしたことだが、羊水は風味を運んでいる (Mennella, Johnson, & Beauchamp, 1995)。母親が摂取した食物の風味は羊水と母乳に

坂井・長谷川・今田：人はなぜ食べるのか(4)：発達初期における風味嗜好とその形成 (Mennella and Beauchamp, 1996 より)

共通して含まれており，それらの風味特性は“生まれる前と生まれた後とのニッチ (niche) を結ぶ化学的なつながりの糸<sup>16)</sup>”として働いている可能性がある (Schaal & Orgeur, 1992)。羊水や母乳の風味経験が，ヒトの乳児の様々な発達段階での，母親の摂取した食物に対する好みの獲得 (Bilko, Altbacker, & Hudson, 1994; Capretta, Petersik, & Steward, 1975) へと続くのかということに対しては，更なる研究が必要とされているのは間違いない。この問題は，食習慣の発達を理解することに応用できるだけでなく，なぜ塩や脂肪が過剰に摂取されるかを栄養学的に考えるうえにも有用である。塩や脂肪の過剰摂取は，それぞれが高血圧や肥満の原因となる。さらには，この考え方はアルコールやタバコへの初期経験がその後の好みに対する影響に関する研究にも応用できる。

## REFERENCES

- Arey, L. B. (1930). *Developmental anatomy: A textbook and laboratory manual of embryology*. Philadelphia: Saunders.
- Auerbach, K. G., & Danner S. C. (1988). Measuring sucking patterns [Letter]. *Journal of Pediatrics*, 112, 159.
- Babcock, C. J. (1938). Feed flavors in milk and milk product. *Journal of Dairy Science*, 21, 661-667.
- Barker, E. (1980). *Sensory evaluation of human milk*. Unpublished masters thesis, University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- Bassette, R., Fung, D. Y. C., & Mantha, V. R. (1986). Off-flavors in milk. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 24, 1-52.
- Beauchamp, G. K. & Cowart, B. J. (1990). Preferences for high salt concentrations among children. *Developmental Psychology*, 26, 539-545.
- Beauchamp, G. K. & Cowart, B. J. (1993). Development of salt taste responses in human newborns, infants and children. In *Development, Growth and Senescence in the Chemical Senses* (NIH Publication No. 93-3483, 3, pp. 61-68). Washington

16) ヒトにとって，胎児期のニッチは“子宮の中で羊水を飲むもの”であり，乳児期のニッチは“母乳を飲むもの”である。羊水と母乳とに同じような風味（化学的なつながりの糸）が含まれることにより，胎児期と乳児期との一貫性が保証されるということを著者らはいいたいのであろう。

- DC: U. S. Department of Health and Human Services.
- Beauchamp, G. K., Cowart, B. J., Mennella, J. A., & Marsh, R. R. (1994). Infant salt taste: Developmental, methodological and contextual factors. *Developmental Psychobiology*, 27, 353-365.
- Beauchamp, G. K., Cowart, B. J., & Moran M. (1986). Developmental changes in salt acceptability in human infants. *Developmental Psychobiology*, 19, 17-25.
- Beauchamp, G. K., & Maller O. (1977). The development of flavor preferences in humans: a review. In M. R. Kare & O. Maller, (Eds.), *The chemical senses and nutrition*. (pp. 291-311). San Diego, CA: Academic Press.
- Beauchamp, G. K., & Moran M. (1985). Acceptance of sweet and salty taste in 2-year-old children. *Appetite*, 5, 291-305.
- Bilkó, A., Altbacker, V., & Hudson, R. (1994). Transmission of food preference in the rabbit: the menas of information transfer. *Physiology and Behavior*, 56, 907-912.
- Birch, L. L. (1980). The relationship between children's food preferences and those of their parents. *Journal of Nutrition Education*, 12, 14-18.
- Birch, L. L., & Deysher, M. (1986). Caloric compensation and sensory specific satiety: Evidence for self-regulation of food intake by young children. *Appetite*, 7, 323-331.
- Birnholtz, J. C. (1988). On observing the human fetus. In W. P. Smotherman & S. R. Robinson (Eds.), *Behavior of the fetus* (pp. 47-60). Caldwell, NJ: Telford Press.
- Bossey, J. (1980). Development of olfactory and related structures in staged human embryos. *Anatomy and Embryology (Berlin)*, 161, 225-236.
- Bradley, R. A. (1757). *A general treatise of agriculture*. London: W. Johnston.
- Bradley, R. M. (1972). Development of the taste bud and gustatory papillae in human fetuses. In J. F. Bosma (Eds.), *The third symposium on oral sensation and perception: The mouth of the infant*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Bridger, W. H. (1962). Ethological concepts and human development. *Recent Advances in Biological Psychiatry*, 4, 95-107.
- Buck, L., & Axel, R. (1991). A novel multigene family may encode for odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65, 175-187.
- Burt, J. V., & Hertzler, A. A. (1978). Parental influence on the child's food preference. *Journal of Nutrition Education*, 10, 127-130.
- Campbell, R. G. (1976). A note on the use of feed flavour to stimulate the feed intake of weaner pigs. *Animal Production*, 23, 417-419.
- Capretta, P. J., Petersik, J. T., & Stewart, D. J. (1975). Acceptance of novel flavours is increased after early experience of diverse taste. *Nature*, 254, 689-691.

坂井・長谷川・今田：人はなぜ食べるのか(4)：発達初期における風味嗜好とその形成 (Mennella and Beauchamp, 1996 より)

- Capretta, P. J., & Rawls, L. H. (1974). Establishment of a flavor preference in rats: Importance of nursing and weaning experience. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86, 670–673.
- Cernoch, J. M., & Porter, R. H. (1985). Recognition of maternal axillary odors by infants. *Child Development*, 56, 1593–1598.
- Cobo, E. (1973). Effect of different doses of ethanol on the milk-ejecting reflex in lactating women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 115, 817–821.
- Conel, J. L. (1939). *The post-natal development of the human cerebral cortex: I. Cortex of the newborn*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Crook, C. K. (1978). Taste perception in the newborn infant. *Infant Behavior and Development*, 1, 52–69.
- Crystal, S., & Bernstein, I. (1994, August). Morning sickness: Impact on offspring salt preference. Abstract presented at the meeting of the Society for the Study of Ingestive Behavior, McMaster University, Canada.
- De Casper, A. J., & Fifer, W. (1980). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Science*, 208, 1174–1176.
- De Casper, A. J., & Prescott, P. A. (1984). Human newborn's perception of male voices: Preference, discrimination and reinforcing value. *Developmental Psychobiology*, 17, 481–491.
- De Casper, A. J., & Spence, M. J. (1986). Newborns prefer a familiar song over an unfamiliar one. *Infant Behavior and Development*, 9, 133–150.
- DeSnoo, K. (1937). Das trinkende kind in uterus. *Monatssch fur Geburtshilfe Gynaekol*, 105, 88–97.
- Desor, J. A., Maller, O., & Andrews, K. (1975). Ingestive responses of human newborns to salty, sour and bitter stimuli. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 89, 966–970.
- Desor, J. A., Maller, O., & Turner, R. E. (1977). Preference for sweet in humans: Infants, children and adults. In J. M. Weiffenbach (Ed.), *Taste and development: The genesis of sweet preference*. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Duenholter, J. H., & Pritchard, J. A. (1976). Fetal respiration: Quantitative measurements of amniotic fluid inspired near term by human and rhesus fetuses. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 125, 306–309.
- Filfer, W. P., & Moon, C. (1988). Auditory experience in the fetus. In W. P. Smotherman & S. R. Robinson (Eds.), *Behavior of the fetus* (pp. 175–188). Caldwell, NJ: Telford Press.

- Food Advisory Committee. (1992). *Report on the review of additives in foods specially prepared for infants and children.* (FdAC/REP12. MAFF, HMSO) London.
- Frankmann, S. P., Dorsa, D. M., Sakai, R. R., & Simpson, J. B. (1986). A single experience with hyperoncotic colloid dialysis persistently alters water and sodium intake. In J. M. Weiffenbach (Ed.), *The physiology of thirst and sodium appetite* (pp. 161–172). Washington, DC: U. S.: Government Printing Office.
- Galef, B. G. (1971). Social effects in the weaning of domestic rat pups. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 75, 358–362.
- Galef, B. G., & Clark, M. M. (1971). Social factors in the poison avoidance and feeding behavior of wild and domesticated rat pups. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 75, 341–357.
- Galef, B. G., & Clark, M. M. (1972). Mother's milk and adult presence: Two factors determining initial dietary selection by weanling rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78, 220–225.
- Galef, B. G., & Henderson, P. W. (1972). Mother's milk: A determinant of the feeding preferences of weaning rat pups. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78, 213–219.
- Galef, B. G., & Sherry, D. F. (1973). Mother's milk: A medium for transmission of cues reflecting the flavor of mother's diet. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 83, 374–378.
- Ganchrow, J. R., Steiner, J. E., & Munif, D. (1983). Neonatal facial expressions in response to different qualities and intensities of gustatory stimuli. *Infant Behavior and Development*, 6, 473–484.
- Goldman, A. S., Atkinson, S. A., & Hanson, L. Å. (Eds.). (1987). *Human lactation: 3. The effects of human milk on the recipient infant.* New York: Plenum Press.
- Harris, G., & Booth, D. A. (1987). Infants' preferences for salt in food: Its dependence upon recent dietary experience. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 5, 97–104.
- Hauser, G. J., Chitayat, D., Berbs, L., Braver, D., & Mulbauer B. (1985). Peculiar odors in newborns and maternal pre-natal ingestion of spicy foods. *European Journal of Pediatrics*, 44, 403.
- Hepper, P. G. (1987). The amniotic fluid: An important priming role in kin recognition. *Animal Behavior*, 35, 1343–1346.
- Hepper, P. G. (1988). Adaptive fetal learnings: Prenatal exposure to garlic affects postnatal preferences. *Animal Behavior*, 36, 935–936.
- Hill, D. L., & Mistretta, C. M. (1990). Developmental neurobiology of salt taste

- sensations. *Trends in Neuroscience*, 13, 188–195.
- Hill, D. L., & Prezekop, O. R. (1988). Influences of dietary sodium on functional taste receptor development: A sensitive period. *Science*, 241, 1826–1828.
- Hunt, P. S., Kraebel, K. S., Rabine, H., Spear, L. P., & Spear, N. E. (1993). Enhanced ethanol intake in preweanling rats following exposure to ethanol in a nursing context. *Developmental Psychobiology*, 26, 133–153.
- Kajiura, H., Cowart, J., & Beauchamp, G. K. (1992). Early developmental changes in bitter taste responses in human infants. *Developmental Psychobiology*, 25, 375–386.
- Korner, A. F., Chuck, B., & Dontchos, S. (1968). Organismic determinants of spontaneous oral behavior in neonates. *Child Development*, 39, 1145–1157.
- Krebs, R. (1953). *Making friends in our business: 100 years of Anheuser-Busch*. St. Louis, MO: A-B Inc.
- Leon, M. (1992). The neurobiology of filial learning. *Annual Review of Psychology*, 43, 77–98.
- Liley, A. W. (1972). Disorders of amniotic fluid. In N. S. Assali (Ed.), *Pathophysiology of gestation: Fetal placental disorders (Vol. 2)*. San Diego, CA: Academic Press.
- Mace J. W., Goodman, S. I., Centerwall, W. R., & Chinnock, R. F. (1976). The child with an unusual odor: A clinical resumé. *Clinical Pediatrics*, 15, 15–62.
- MacFarlane, A. J. (1975). Olfaction in the development of social preferences in the human neonate. *Ciba Foundation Symposium*, 33, 103–117.
- Makin, J. W., & Porter, R. H. (1989). Attractiveness of lactating females' breast odors to neonates. *Child Development*, 60, 803–810.
- Maone, T. R., Matters, R. D., Bernbaum, J. C., & Beauchamp, G. K. (1990). A new method for delivering a taste without fluids to preterm and term infants. *Developmental Psychobiology*, 23, 179–191.
- McDaniel, M. R. (1980). Off-flavors in human milk. In G. Charalambous (Ed.), *The analysis and control of less desirable flavors in foods and beverages* (pp. 267–291). San Diego, CA: Academic Press.
- Mennella, J. A. (1995). Mother's milk: A medium for early flavor experiences. *Journal of Human Lactation*, 11, 39–45.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1991a). Maternal diet alters the sensory qualities of human milk and the nursing's behavior. *Pediatrics*, 88, 737–744.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1991b). The transfer of alcohol to human milk: Effects on flavor and the infant's behavior. *New England Journal of Medicine*, 325, 981–985.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1993a). Beer, breast feeding and folklore.

- Developmental Psychobiology*, 26, 459–466.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1993b). The effects of repeated exposure to garlic-flavored milk on the nursling's behavior. *Pediatric Research*, 34, 805–808.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1994). The infant's responses to flavored milk. *Infant Behavior and Development*, 17, 819.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1996). The contribution of taste and olfaction to the flavor properties of milk-based, soy-based, and protein hydrolysate formulas. Unpublished raw data.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1996). The infant's responses to vanilla flavors in mother's milk and formula. *Infant Behavior and Development*, 13–19.
- Mennella, J. A., Johnson, A., & Beauchamp, G. K. (1995). Garlic ingestion by pregnant women alters the odor of amniotic fluid. *Chemical Senses*, 20, 207–209.
- Nakashima, T., Kimmelman, C. P., & Snow, J. B. (1985). Immunohistopathology of human olfactory epithelium, nerve and bulb. *Laryngoscope*, 95, 391–396.
- Nicholaides, S., Galaverna, O., & Meltzer, C. H. (1990). Extracellular dehydration during pregnancy increases salt appetite of offspring. *American Journal of Physiology*, 258, R281–283.
- Nolte, D. L., & Provenza, F. D. (1991). Food preferences in lambs after exposure to flavors in milk. *Applied Animal Behavior Sciences*, 32, 381–389.
- Nolte, d. L., Provenza, F. D., & Balph, D. F. (1990). The establishment and persistence of food preferences in lambs exposed to selected foods. *Journal of Animal Sciences*, 68, 998–1002.
- Pliner, P., & Pelchat, M. L. (1986). Similarities in food preferences between children and their siblings and parents. *Appetite*, 7, 333–342.
- Pritchard, J. A. (1965). Deglutition by normal and anencephalic fetuses. *Obstetrics and Gynecology*, 25, 289–297.
- Provenza, F. D., & Balph, D. F. (1987). Diet learning by domestic ruminants: Theory, evidence and practical implication. *Applied Animal Behaviour Science*, 18, 211–232.
- Ray, J. W., & Klesges, R. C. (1993). Influences on the eating behavior of children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 699, 57–69.
- Robinovitch, L. G. (1903). Infantile alcoholism. *Quarterly Journal of Inebriety*, 25, 231–236.
- Rolls, B. J., Rowe, E. S., & Rolls, E. T. (1982). How sensory properties of foods affect human feeding behavior. *Physiology and Behavior*, 29, 407–417.
- Rosenstein, D., & Oster, H. (1990). Differential facial responses to four basic tastes in



坂井・長谷川・今田：人はなぜ食べるのか(4)：発達初期における風味嗜好とその形成 (Mennella and Beauchamp, 1996 より)

- newborns. *Child Development*, 59, 1555–1568.
- Routh, C. H. F. (1879). *Infant feeding and its influence on life*. New York: William Wood.
- Rozin, P. (1976). The selection of food by rats, humans and other animals. In J. Rosenblatt, R. A. Hinde, C. Beer, & E. Shaw (Eds.), *Advances in the study of behaviors* (Vol. 6, pp. 21–76). San Diego, CA: Academic Press.
- Rozin, P. (1980). Human food selection: Why do we know so little and what can we do about it? *International Journal of Obesity*, 4, 333–337.
- Rozin, P. (1982). “Taste-smell confusions” and the duality of the olfactory sense. *Perception and Psychophysics*, 31, 397–401.
- Rozin, P. (1984). The acquisition of food habits and preferences. In J. D. Mattarazzo, S. M. Weiss, J. A. Herd, N. E. Miller, & S. M. Weiss (Eds.), *Behavioral health: A handbook of health enhancement and disease prevention* (pp. 590–607). New York: Wiley.
- Sakai, R. R., Fine, W. B., Epstein, A., & Frankmann, S. P. (1987). Salt appetite in enhanced by one prior episode of sodium depletion in the rat. *Behavioral Neuroscience*, 101, 724–731.
- Schaal, B. (1986). Presumed olfactory exchanges between mother and neonate in humans. In J. Le Camus, & J. Conier (Eds.), *Ethology and psychology* (pp. 101–110). Toulouse: Privat IEC.
- Schaal, B. (1988). Olfaction in infants and children: Development and functional perspectives. *Chemical Senses*, 13, 145–90.
- Schaal, B., & Orgeur, P. (1992). Olfaction in utero: Can the rodent model be generalized? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44, 245–278.
- Schaal, B., Orgeur, P., & Rognon, C. (1995). Odor sensing in the human fetus: Anatomical, functional and chemo-ecological bases. In: J. P. Lecanuet, N. A. Krasnegor, W. Fifer, & W. P. Smotherman (Eds.), *Prenatal development: Psychobiological perspectives* (pp. 205–237). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schaffer, J. P. (1910). The lateral wall of the cavum nasi in man with special reference to the various developmental stages. *Journal of Morphology*, 21, 613–617.
- Shipe, W. F., Bassette, R., Deane, D. D., Dunkley, W. L., Hammond, E. G., Harper, W. J., Kleyn, D. H., Morgan, M. E., Nelson, J. H., & Scanlan, R. A. (1978). Off-flavors of milk: Nomenclature, standards and bibliography. *Journal of Dairy Science*, 61, 855–868.
- Smotherman, W., & Robinson, S. R. (Eds.), (1988). *Behavior of the fetus*. Caldwell, NJ: Telford Press.

- Spielman, A. I., Houque, T., Nagai, H., Whitney, G., & Brand, J. G. (1994). Generation of inositol phosphates in bitter taste transduction. *Physiology and Behavior*, 56, 1149–1155.
- Stafford, M., Horning, M. C., & Zlatkis, A. (1976). Profiles of volatile metabolites in bodily fluids. *Journal of Chromatography*, 126, 495–502.
- Steiner, J. E. (1977). Facial expressions of the neonate infant indicating the hedonics of food-related chemical stimuli. In J. M. Weiffenbach (Eds.), *Taste and development: The genesis of sweet preferences*. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Tatzer, E., Schubert, M. T., Timischl, W., & Simbruner, G. (1985). Discrimination of taste and preference for sweet in premature babies. *Early Human Development*, 12, 23–30.
- Terry, L. M., & Johanson, I. B. (1987). Olfactory influences on the ingestive behavior of infant rats. *Developmental Psychobiology*, 20, 313–332.
- Thorhallsdottir, A. G., Provenza, F. D., & Balph, D. F. (1990). Ability of lambs to learn about novel foods while observing or participating with social models. *Applied Animal Behaviour Science*, 25, 25–33.
- Varendi, H., Porter, R. H., & Winberg, J. (1994). Does the newborn baby find the nipple by smell? *Lancet*, 334, 989–990.
- Vasquez, M., Pearson, P. B., & Beauchamp, G. K. (1982). Flavor preferences in malnourished Mexican infants. *Physiology and Behavior*, 28, 513–519.
- Vilaró, S., Viñas, O., Remesar, X., & Herrera, E. (1987). Effects of chronic ethanol consumption on lactational performance in the rat: Mammary gland and milk composition and pups' growth and metabolism. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 27, 333–339.
- Wilson, D. A., & Sullivan, R. M. (1994). Neurobiology of associative learning in the neonate: Early olfactory learning. *Behavioral and Neural Biology*, 61, 1–18.
- Wuensch, K. L. (1978). Exposure to onion taste in mother's milk leads to enhanced preference for onion diet among weanling rats. *Journal of General Psychology*, 99, 163–167.