

アサマNEWS レポート

1997-1 No. 56

食 品 衛 生 講 座

56. 病原大腸菌O157による集団感染症事件の教えるもの

今年(平成8年)の夏、全国的に猛威をふるった病原大腸菌O157による感染症事件は漸く峠を越えたようだ。しかし、一連の感染症患者は数千人に達し、死者は11人を数えた。1種類の細菌による中毒で死者が10人を超えたのは、昭和59年熊本産の“辛子れんこん”によるA型ボツリヌス菌による11人の例があるが、今回はそれに並んだ。わが国で発生したO157、正確には腸管出血性大腸菌(EHEC)O157:H7による集団下痢症は、昭和59年に東京都内の小学校で発生したEHECO145:H-による事例が最初であるが、平成2年には浦和市の幼稚園で集団感染が起き、その後も毎年、数十人規模での感染が確認されている。従来の食中毒菌と違ってO157菌は100個程度のごくわずかな菌量で感染が起こるため赤痢菌と同様人から人への二次感染が見られ、また抵抗力の弱い幼児や高齢者がかかるとしばしば致命的になる溶血性尿毒症症候群(HUS)という激しい症状を伴う。その恐ろしさは研究者の間では知られていたにもかかわらず、今回の堺市での発生事例では、浦和の教訓が生かされず、行政や研究者、あるいは医療機関の対応は必ずしも適切だったとはいえない。加えて厚生省の中間発表を契機にカイワレ大根が犯人(感染源)として独り歩きして、セロリーなどの野菜や刺し身や寿司まで巻き込んだ全国的な経済問題にまで発展した。今回の一連のO157事件を通じて筆者の感じたことを述べよう。

1. デマに弱い日本人ー

ー独り歩きしたカイワレ大根犯人説

日本人はとかくデマに弱いようである。昭和52年6月にわが国には常在していないコレラが和歌山県有田市で発生した際、厚生省が同市を「コレラ汚染地域」に指定したのがきっかけで、有田市は騒動に巻き込まれることになった。観光バスは窓を閉め、スピードを上げて同市を走り抜けた。和歌山ナンバーだというだけで運転手が県外で食事を断わられたり、魚や野菜、果物までも、荷受けを拒否された。それから20年もたつのに、同様の過ちが病原性大腸菌O157をめぐって繰り返されている。堺市ではO157に感染した子供たちがいじめにあったり、境市民だというだけで旅行先で宿泊を断わられた人もいたという。神奈川県三浦市で6月に発症した小学生の感染原因食が生レバーであると県が発表したところ、福岡市は、油で揚げたレバーの献立まで中止するように福祉施設に命じた。

厚生省は7月16日に「O157対策本部」を設置し、「カイワレ大根を原因食材と断定することはできないが、疫学的な調査結果も総合的に勘案すればその可能性も否定できない」とい

う中間報告を発表した。調査データを見ると、羽曳野市にある特定の生産業者のカイワレ大根が感染源として嫌疑が掛けられたのであるが、これが契機となって「カイワレ大根犯人説」が独り歩きし、カイワレ大根と名が付けば、すべて販売中止や廃棄処分するスーパーが相次いだ。その後の保健所の調査では、疑われた業者の施設からO157は検出されていない。厚生省の発表を良く見ると決して他のカイワレ業者の品物についてまで言及したのではない。しかし、これがきっかけとなってカイワレ大根だけでなく生で食べるキャベツ、レタスなどの野菜のほか何故だか寿司や刺し身までも巻き添えになって敬遠され、外食産業の一部にも大きな経済的ダメージを与えることになった。6月10日岐阜市の小学校で約380名の患者が出たが、給食の「おかかサラダ」から菌が検出されたところから、関係のないサラダまでが売れなくなった。「デマの生まれやすさは関心の強さと情報の曖昧さに比例する」という「デマの法則」があるといわれ、どうやら今回もこれに該当するようである。当惑した厚生省では8月15日になって厚生大臣がテレビの前でカイワレ大根をパクパク食べて見せたが、わざとらしさだけが目立って、お世辞にも鎮静効果があったとは言えそうにない。

2. 今回の事件の初動調査での問題点ー

ー見逃されていた保菌者

(1)細菌性食中毒と経口伝染病の違い：細菌性食中毒は、一般に感染型、毒素型に区分して整理されている。赤痢などの経口伝染病と細菌性食中毒とはともに飲料水や飲食物が媒介する病気である。しかし、経口伝染病はごく微量、例えば数十個から数百個の菌を摂取して発病する(微量感染といわれる)。このため人から人へ感染(伝染)する。これに対し、細菌性食中毒では、原因菌が飲食物中でおびただしく増殖するのが前提で、その生菌や産生された毒素を飲食物とともに摂取して発病する。食中毒の発症菌量は菌の種類や菌株によって違うが、少なくとも数百万から数千万個の菌量が必要だと言われている。このため、細菌性食中毒では人から人に伝染することはない。細菌性食中毒と経口伝染病の主な相違点についてまとめたものを表1に示した。

表1 経口伝染病と細菌性食中毒の主な相違点

	経 口 伝 染 病	細 菌 性 食 中 毒
発病に要する菌量	少量の菌でも、宿主体内で増殖し、発病する。	大量の生菌、または発症量の毒素によって発病する。
感 染	原因病原菌によって汚染されたものによる二次感染があり、水系感染がある。	いわば終末感染であり、原因食によってのみ感染し、発病する。二次感染はない。また水系感染は少ない。
潜 伏 期*	一般に長い。	経口伝染病に比べて短い。
免 疫	免疫の成立するものが多い。	免疫性は見られないようである。

*病原体が体内に侵入してから発病するまでの期間(日数または時間単位で表す)をいう。

O157はわずか100個という微量で感染することが知られていて、平成2年浦和市の幼稚園で発生した事件でも二次感染

が発生している。つまりO157は本来食中毒菌というよりむしろ伝染病菌と見なすべきものである。大阪府堺市の学校給食によって発生したO157集団感染症患者は6,500人を越し、O157感染症としては世界でもまれに見る大規模事件となった。この感染例では、100名もの二次感染患者が発生している。一般の細菌性食中毒と経口伝染病の調査では当然調査の進め方が違っている。今回の事件では当初から食中毒事件として取り扱われ、原因の究明は一般の食中毒事例同様、病因物質（原因菌）と原因食品の究明を中心に行われた。原因菌の方は患者の便からO157が検出されたことで確定された。本菌による感染症の潜伏期は2～9日（平均5.7日）と、一般の食中毒菌よりはるかに長い。このため原因食品の調査を開始したときには給食施設ではすでに「検食」が残っていなかった。そして最終的には感染経路は不明のまま終わった。

ところで厚生省では8月6日になって、病原大腸菌O157を含む「腸管出血性大腸菌」による感染症を伝染病予防法上の伝染病に指定すると告示した。

細菌性食中毒の予防には次の3原則がある。すなわち、①清潔の原則、②温度の原則—食品を十分な加熱調理すること（加熱殺菌）、及び低温保持すること、③迅速の原則—調理の終わった食品はできるだけ速やかに食べること、ことに学校給食のような大量調理、大量消費する際にはこの3原則に基づく適切な食中毒予防措置が欠かせない。ところで新聞等の報道では堺市の場合、各学校では冷蔵庫がなかったという。前日出荷した「カイワレ大根」は翌朝早く学校に配達され、調理から食べられるまで室温で放置されていたようである。厚生省の中間発表では、栽培しているカイワレ大根の根元にO157菌を付けると上のほうまで菌が広がるという成績が示された。しかし、これはどこまでもモデル実験であって、この成績を感染経路に直接結び付けるのはおかしい話である。本来、O157は牛の腸管に生息する菌であって、畑や河川水を二次汚染することはあっても、野菜の常在菌ではない。問題となったカイワレ業者の施設や水、製品等からはO157は検出されていない。今回の集団感染事件を疫学的に見て、カイワレが菌の「運び役」（媒介者）であった可能性は否定できなくとも、特定の生産業者の栽培場でのO157の感染が起ったと決めつけるのは合理的でない。栽培業者から前日納入業者の手にわたり、翌日朝学校に配達され、昼食に出されているので、配送、保存段階や調理過程（カイワレは加熱されていない）での汚染の可能性を無視していいという理由はない。微量感染の成立するO157にとっては保管・取り扱い過程での人（特に保菌者）の手指を通ずる汚染の可能性は極めて高いように思われる。9月末厚生省から出された報告書では感染症発生当時のカイワレ生産業者、その運搬に携わった人、給食施設でカイワレ大根に触れた人などについての保菌者の調査成績については全く触れられていない。反面中間報告ではもっぱらカイワレ大根を消費したかどうかの疫学調査が中心になって推論が行われている。しかし、初動調査で保菌者検査が全く行われなかったのは大きな手抜きであると言われても仕方がない。

②伝染病菌に指定されたO157とその感染症発生の仕組み：すでに述べたように、8月6日付でO157等「腸管出血性大腸菌」は伝染病菌に指定された。一般的に言って、伝染病の予防対策には、感染源（病原菌）対策、感染経路対策及び宿主（感受性）対策の3つがある。具体的には、感染源及び感染経路の早期

発見と感染源対策（感染経路の遮断、患者の隔離、汚染物品や排泄物の殺菌・消毒等）、患者や家族を通じての二次感染防止対策を考えることである。経口伝染病の感染経路には次の2つがある。

①直接感染：患者や保菌者の手指、排泄物、寝具、品物、量などが汚染されているときにしばしば起こり、家族や付添人がかかりやすい。

②間接感染：患者や保菌者の排泄物や、それを洗った水の処理が不徹底なときに、病原菌が河川水や井戸水を汚染し、その水を飲用したときに起こる一水系感染または伝染と言われる。また患者や保菌者によって汚染されたものに、ハエ、ゴキブリ等が触れ、その運搬を介して飲食物や調理器具、食器などが汚染され、それによって感染する場合がある。

おわりに—

—今後O-157対策はどうあるべきか

O157の感染症の発生の仕組みは基本的には赤痢等の伝染病と同じと考えてよい。今回の事件の初動調査で学校給食の原材料(カイワレだけでなくすべての食材を含む)の生産、運搬、調理関係者の検便が全く行われなかったことは、感染経路解明にとって致命的な欠陥と言えよう。食中毒調査では一般に検便は強制的に行われないが、集団感染症発生の場合には、患者やその家族だけでなく原材料の生産、運搬、調理にかかわった人はすべて検便の対象とすべきで、これなしには感染経路の究明は不可能である。8月になって伝染病に指定され、漸く検便が行われたようだが、全く手遅れ、時期はずれの感染経路究明では全く役立たない。今回の調査段階で、厚生省と農水省でカイワレ大根の生産段階での汚染についての論争があり、新聞やテレビでいろいろ話題になったが、このような縦割行政の縄張り争いのようなやり取りは、O157の感染経路の解明には本質的に役立ったとは思われない。わが国では戦前から旅館や工場給食等で赤痢などの集団発生事例がかなりある。しかし、伝染病は微量感染で起こるのでその感染経路の究明は決して容易ではなかった。汚染された井戸水や調理人が保菌者であったのが原因(感染経路)となった事例はかなりあるが、飲食物から直接赤痢菌などが分離された例はほとんどない。これは検査技術にも問題があるが、基本的には微量の汚染で発生する疾病だけに媒介役となった食品を特定するのは決して容易ではない。今回の堺市の集団発生事件では、原因調査が従来の食中毒検査方式にとらわれたため、感染経路は明らかにできなかった。ことに、肝心の感染源としての“人”の調査が極めて不十分であったことは否定できない。

わが国では戦前から昭和30年代までは赤痢や腸チフスなどの経口伝染病が大流行した。一方、抗生物質の開発研究や生産が進むにつれ、患者の発生は100分の1から300分の1へと激減した。そのせいか、経口伝染病はもはや過去の病気と考える人が増え、臨床の医師は細菌より免疫、ウイルス研究に移った。筆者が長年勤めていた国立予防衛生研究所でも細菌性感染症の基礎研究部門は実質的に縮小され、専門家もなかなか育ちにくい環境になってきた。そして今回の事件でにわかに対応策を期待されても到底間に合うはずがない。米国では1,500名もの陣容をかかえるCDC(疾病予防センター)があつて、O157についてもダイナミックな研究調査が行われているようである。病原性大腸菌O157の問題は総て解決したわけではなく、来年もまた発生する可能性もある。今年の失敗や不十分な点を素直に反省し、研究体制の強化とともに適切な対応策をとるよう行政当局に切に望むものである。

(河端俊治：日本食品保全研究会会長・農学博士)

微生物制御に関する
トピックス（その3）

腸管出血性大腸菌O157：H7の制御

すでにアサマニュース（1996.9 No.54）において腸管出血性大腸菌O157：H7（EHEC）について感染症、生態、食中毒原因食品、予防策について述べられているが、制御法についての記述がないのでここに参考資料をまとめた。

1．EHECの発育、生存について

EHECは一般の大腸菌とほぼ同じ発育可能温度域10℃～45℃をもっている。しかし、8℃あるいはそれ以下で発育する菌株が見い出されているし、44℃～45℃では一般大腸菌より発育が劣るといわれている。37℃での世代時間（菌数が2倍となる時間）は、0.49h、42℃で0.64hという値が示され、ペロ毒素生産は20℃～43℃が最適温度である。10℃でのT₁₀₀₀値（菌数が10³倍に達する時間）が4～6日となる菌株があるが、一般的には20日以上ものが多い。EHECの発育可能温度の菌株はもちろん培養条件などによっても変動することはいうまでもない。

EHEC感染防止のためには食品あるいは食品を取り扱う環境での発育、生存状況を熟知していなければならない。次に感染の原因となった食品について検討された結果（J. Food Protection, J. Food Scienceに発表されたもの）をまとめてみた。

EHECを接種したイスパニア型軟質チーズ（pH6.6）では10℃が発育可能最低温度であって、8℃では2か月貯蔵しても発育は認められない。カテージチーズ製造中32℃、4.6hで菌数が100倍に上昇することがpH低下、酸度上昇にかかわらず認められている。チェダーチーズでは熟成60日で接種菌は10⁻²低下するが158日後でも生存が確かめられている。マヨネーズはpH3.6～3.91と低いが、20℃～25℃に保存すると72～96hで検出できなくなる例がある一方、8～21日後でも生存が認められた例もある。さらに低温貯蔵するとき（5℃、7℃）、34～55日後でも接種菌は検出されている（一般の非病原性大腸菌はマヨネーズ中では48hで検出できなくなるのが普通である）。図1はEHEC感染の原因となったマヨネーズ、ドレッシングに6.3×10³CFU/g接種した場合の5℃における死滅経過である。

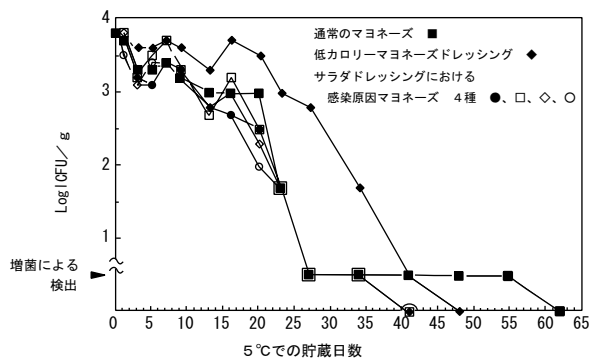


図1．EHEC接種試料中での経過

牛肉33%水67%の牛肉スラリー（pH5.9）では接種菌は21℃または37℃では48h以内に10³CFU/mlに到達するし、ペロ毒素も61～83ng/ml生成する。牛肉への接種菌は－20℃で9か月後でも検出されている。リングサイダー（pH4.0）を4℃で貯蔵するとき一般の大腸菌は5～7日で死滅するがEHECは14～21日後でも検出されるし、TBS 培地を用いpH2あるいは3

に低下させてもこの低pHに耐えることが認められている。
二酸化炭素を10%まで上昇させた雰囲気下でも10℃、20℃で発育するし、4℃では発育しないが長期にわたって生存していた。
以上の説明で明らかであるが、10℃以下の冷蔵条件下でもEHECは長期にわたって生存していることとなるので、チーズ、マヨネーズ、ドレッシング、食肉類、果汁などは低温流通していてもEHECの汚染源となり得ることとなる。さらにまた低pH条件にも一般の大腸菌などより著しく抵抗性が大きいことにも注目しなければならない。また固体表面への付着も低栄養環境条件下の方が好ましいという結果も得られている。
2．EHEC制御のための資料
まずEHECの熱抵抗性であるが、一般の非病原性大腸菌と大差ないとみてよい(D_{55.0}℃=0.3～3.6分)。食肉中での熱抵抗性をSalmonella sp.と比較すると、

D	EHEC	Salmonella sp.
51.7℃	111.5	54.3
57.2	5.3	5.43
62.8	0.47	0.54
Z	8.37° F	10° F

食肉においては脂肪含有量の増加と共に熱抵抗性が上昇する傾向にあることが認められている。例えば赤身の牛肉（脂肪2%）D_{51.7}℃=78.2分に対して脂肪30%の牛肉では、115.5分である。
各種食肉での脂肪含有量の増加によるD_{55.0}℃値の上昇傾向は次の如くである。

D _{55.0} ℃	11.4～19.26 (ground beef、7、10、20% fat)
	6.37～11.28 (pork sausage、7、10、30% fat)
	8.76～ 9.74 (chicken、3、11% fat)
	6.37～ 9.69 (turkey、3、11% fat)

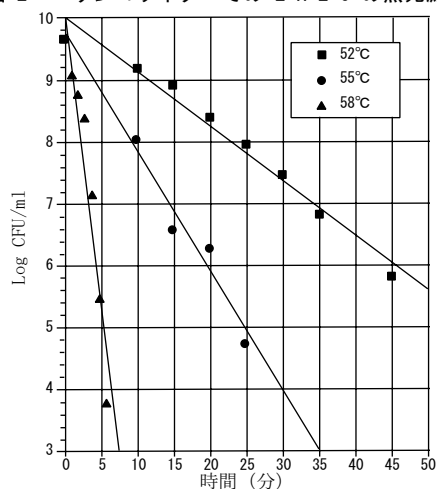
これらの場合のZ値は大差なく4.4～4.8℃であった。
食肉は種々の温度条件に貯蔵したものが加熱処理されるが、その条件の熱抵抗性に対する影響を調べた例を次の表1に示す（groundbeef patty）。この場合、最も熱抵抗性が大きいのは凍結品であって15℃貯蔵のものが最も熱感受性が大であった。また処理前に、21℃または30℃に保持すると熱感受性が上昇した。

表1 EHECの熱抵抗性に対する保存温度影響

保存温度条件	62.8℃における菌数低下 (－log ₁₀)
－18℃	1.2
－18℃／21℃	3.9
－18℃／30℃	5.5
3℃	2.6
3℃／21℃	6.0
3℃／30℃	4.3
15℃	4.3
15℃／21℃	5.4
15℃／30℃	5.3

apple cider中のEHECの死滅経過を図2に示したが、 $D_{52^{\circ}\text{C}}=18$ 分、 $Z=4.8^{\circ}\text{C}$ であった。

図2 リンゴサイダーでのEHECの熱死滅曲線



放射線照射によるEHECの殺菌については、骨抜き鶏肉 $D_{10}=0.26\sim0.27\text{KGy}$ (0°C)、碎牛肉で $0.24\sim0.25\text{KGy}$ (4°C)であって、 2.5KGy が殺菌線量といわれている（一般の大腸菌では 10^{-6} 低下線量は $1.5\sim3.0\text{KGy}$ ）。

EHECの食品での制御方法として有機酸が検討されており、例えば牛肉スラリー（pH5.9）に酢酸あるいはクエン酸を添加してpHを5.4にし低下させるとき、図3に示したように発育、毒素生産が抑制される。軟質チーズ製造においてプロピオン酸でpHを5.9にした牛乳を用いてチーズを作り、これに0.3%の安息香酸またはソルビン酸を添加すると著しくEHECの発育が阻害された。

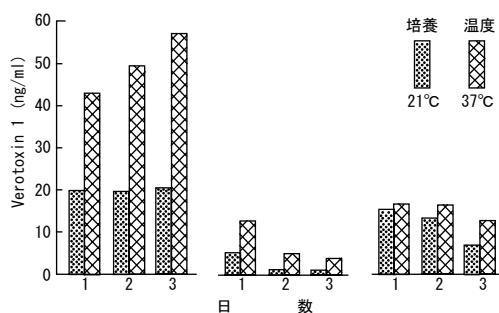
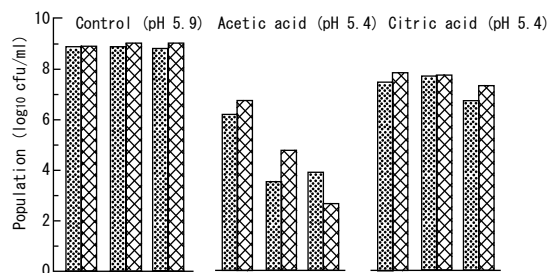


図3 牛肉スラリー中でのEHECに対する有機酸の影響（EHECを24時間毎に移植した場合の結果を示す）

硫酸、クエン酸、乳酸の0.5、1.0、1.5%水溶液を 20°C 、 55°C で牛肉表面に噴霧したが、付着菌数の低下効果はなかった。一方、牛屠体表面付着菌に対して上記有機酸5%溶液を噴霧するときかなりの菌数低下が認められた（例えば乳酸噴霧、表面pH3.7、3.5log菌数低下）。

リン酸三ナトリウム10%溶液にて牛肉を処理するとき 4°C 、18時間貯蔵後 2.7log の付着菌低下が認められるし、さらにまたリン酸三ナトリウムの1%溶液では浮遊菌では 10^6CFU/ml を、ステンレス鋼やBuna-Nゴム上に付着する菌は 10^6CFU/cm^2 を除去することができた。リン酸三ナトリウムは米国のUSDAにおいて家畜の冷後の抗菌処理へ利用が許可されている。従ってこのほかの食品素材や食品の接触する表面、それ以外の表面上に存在する菌数低下の目的に利用価値があるといえる。

リンゴサイダーにおいてL-リンゴ酸添加量の増加、あるいはソルビン酸あるいは安息香酸の添加によりD値の著しい低下することも認められている。

表2、3に示した殺菌剤、静菌剤の作用力の値は直接EHECを対象としたものではないが、一般の大腸菌について得られたものである。これらの値はある特定の条件下で得られたものであるので適用条件如何によって値の変動することはもちろんである。

（芝崎 勲：大阪大学名誉教授）

表2 大腸菌に対する殺菌作用

殺菌剤	pH	温度 ℃	濃度 ppm	時間 秒	死滅率 %
次亜塩素酸ナトリウム	8.5	25	3	30	100
	7.1	"	1	"	>99.99
二酸化塩素	6.5	25	0.25	42	99
酸性トリクロイソシアヌリ酸	4~5	20	10	30分	100
ヨードホル	6.9	20	6	30	>99.999
過酸化水素	—	—	3%	0.57分	90
オゾン	—	28	0.19	5分	100
過酢酸	—	5	100	30分	100
グルタルアルデヒド	7.5	20	2%	1.0分	100
ホルムアルデヒド	7.0	30	0.1%	27分	90
第4級アンモニウム塩	—	20	80	10分	100
トデシルジアミノエチルグリシン	7.0	30	500	10分	100
エチレンオキシド	—	40	700	2.9分	90
プロピレンオキシド	—	35	1000	10	90
クロルヘキシジン	—	25	25	10	99.9
ヘキサメチレンピグアニド	—	—	0.2%	60分	100
エタノール	—	—	60~80%	10~60分	100
ジクロロ炭酸、ジエチル炭酸	2.8~4.7	—	400~1500	—	100

表3 大腸菌に対する静菌作用（MIC）

MIC（最小発育阻止濃度）

安息香酸	50~120 ppm (pH5.2~5.6)
ソルビン酸	50~100 ppm (pH5.2~5.6)
パラヒドロキシ安息香酸	メチルエステル 1000 ppm
	エチルエステル 750
	プロピルエステル 500
	ブチルエステル >300
亜硝酸	2000~4000 ppm
亜硫酸	100~200 ppm (pH6.0)
ポリリジン	1~2 ppm
N D G A	400 ppm
B H A	400 ppm
プロピルガーレート	400 ppm
T B H Q	450 ppm
エタノール	8%
グリシン	5%

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp
<http://www.asama-chemical.co.jp>

・本社／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285
 ・大阪営業所／〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889
 ・東京アサマ化成／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854
 ・中部アサマ化成／〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830
 ・九州アサマ化成／〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
 ・桜陽化成／〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061