316hi04

4

पृथ्वी के आंतरिक बलों के परिणामस्वरूप भूआकृतियों का विकास

पृथ्वी अस्थिर है। इसका धरातल असमतल है। पृथ्वी का असमतल धरातल, हमारा वासस्थल है। पृथ्वी पर विविध प्रकार की भू आकृतियाँ – पर्वत, पठार, पहाड़ियाँ, मैदान, कटक तथा उत्खात भूमियाँ दिखाई देती हैं। हमें भू पृष्ठ पर झुके हुए, मुड़े तथा टूटे हुए शैल संस्तर भी देखने को मिलते हैं, जो अपने मूल रूप में समानांतर रूपों में बिछे थे। विभिन्न प्रकार की शैलों, उनके बनने की प्रक्रिया व विशेषताओं के बारे में आप पढ़ चुके हैं। शैलों का भू आकृतियों के आकार से गहरा संबंध है। लेकिन पृथ्वी के स्वरूप की समस्त आकृतियाँ इसकी आंतरिक व वाह्य शक्तियों की सतत प्रक्रिया का परिणाम है। इस पाठ में हम पृथ्वी की आंतरिक शक्तियों के विषय में अध्ययन करेंगे और देखेंगे कि पृथ्वी के धरातल पर वे क्या परिवर्तन करती हैं।

उद्देश्य

इस पाठ का अध्ययन करने के पश्चात् आप:

- आंतरिक बलों तथा उनके द्वारा निर्मित भू आकृतियों को स्पष्ट कर सकेंगे;
- मंद एवं आकस्मिक हलचलों में अंतर स्पष्ट कर सकेंगे;
- ऊर्ध्वाधर एवं समानांतर हलचलों में अंतर बता सकेंगे;
- वलन तथा भ्रंशन में अंतर स्पष्ट कर सकेंगे;
- ज्वालामुखी प्रक्रिया के होने के कारण बता सकेंगें;
- विभिन्न प्रकार के ज्वालामुखियों का वर्णन कर सकेंगे;
- संसार के रेखा मानचित्र में प्रमुख ज्वालामुखियों तथा भूकम्प प्रभावित क्षेत्रों की स्थिति दिखा सकेंगे;
- भूकम्प के कारणों व उनके प्रभाव को स्पष्ट कर सकेंगे।

टिप्पणी

4.1 आंतरिक बल

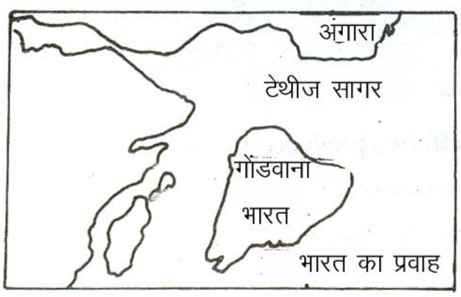
पृथ्वी पर भू आकृतियों की विविधता उसके धरातल के अंदर और बाहर साथ–साथ कार्य करने वाली दो प्रकार की शक्तियों का अंतिम परिणाम है। भूपृष्ठ के अंदर पैदा होने वाली इन शक्तियों को आंतरिक या अन्तर्जात बल कहते हैं। इन बलों की ऊर्जा के स्रोत पृथ्वी की आंतरिक गर्मी तथा पृथ्वी के धरातल पर बाह्य बलों द्वारा शैल पदार्थों का स्थानांतरण है।

4.2 पृथ्वी की हलचलें

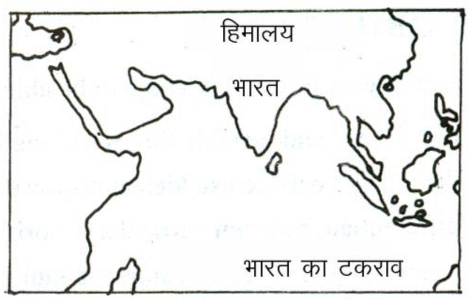
सामान्यता हम लोगों को यह कहते हुए सुनते हैं कि पृथ्वी ''शैल की तरह ठोस'' तथा स्थिर है; लेकिन यह सत्य नहीं है। न तो पृथ्वी स्थिर है और न ही शैल जिनमें पृथ्वी की बाह्य परत बनी है, इतनी ठोस है। पृथ्वी की उत्पति से लेकर आज तक महाद्वीपों और महासागरों के स्थलीय व जलीय भागों के वितरण में भारी परिवर्तन होते रहे हैं। पृथ्वी पर असंख्य भू हलचलें हुई हैं, जिनके परिणामस्वरूप इसके धरातल पर भारी परिवर्तन हुए हैं। मुंबई पोताश्रय में वनीय भाग का धंसना, महावलीपुरम् मंदिर का समुद्री जल में होना तथा कच्छ के रन की भूमि के स्तर में हुए परिवर्तन भारत में घटने वाली इन हलचलों के कुछ उदाहरण हैं।

पृथ्वी के आंतरिक भागों में क्रियाशील इन बलों के परिणामस्वरूप इनकी बाह्य परत में हलचलें पैदा होती हैं। इन हलचलों को पृथ्वी की हलचलें कहते हैं। चूंकि ये हलचलें पृथ्वी की बाह्य परत की वास्तविक बनावट में हुए परिवर्तनों से संबंधित होती हैं या पैदा होती हैं, अतः इन्हें विवर्तनिक हलचलें भी कहते हैं। टैक्टोनिक शब्द ग्रीक भाषा के टैक्टोन शब्द से बना है जिसका अर्थ है बनाने वाला। यह शब्द अपने में पूर्ण सार्थक है; क्योंकि पृथ्वी की ये हलचलें वास्तव में निर्माणकारी हैं। इनके द्वारा ही पृथ्वी पर विभिन्न प्रकार की भू आकृतियों का निर्माण हुआ है।

चित्र 4.1 (क) तथा 4.1 (ख) से स्पष्ट है कि भारत का स्वरूप 6 करोड़ वर्ष पूर्व पूरी तरह भिन्न था। आज जहाँ हिमालय पर्वत श्रेणियां एवं गंगा–सिंधु का मैदान है वहां ''टैथीस'' नामक सागर था। टैथीस सागर निकटवर्ती स्थल प्रदेशों से बहने वाली नदियों द्वारा लाये गये पदार्थों के क्रमिक निक्षेपण से भर गया। बाद में टैथीस सागर के तल में बनी अवसादी शैलों से हुए क्रमिक उत्थान से उत्तर में हिमालय तथा उसके दक्षिण में गंगा–सिंधु मैदान का निर्माण हुआ।



चित्र 4.1(क) 6 करोड़ वर्ष पूर्व का भारत का



चित्र 4.2 (ख) वर्तमान मानचित्र

भारत के मालवा पठार व दक्कन ट्रेप, उत्तरी अमेरिका में कोलम्बिया तथा स्नेक नदी के पठार, आस्ट्रेलिया में किम्बरले पठार, दक्षिण अमेरिका में पराना तथा पेंटागोनिया पठारों का निर्माण भी विभिन्न भूगर्भिक कालों में पृथ्वी के आंतरिक भागों से निकले पिघले लावा के ठोस होने के परिणामस्वरूप हुआ है। इन उदाहरणों से यह पूरी तरह स्पष्ट है कि हमारी पृथ्वी का धरातल कभी भी ऐसा नहीं रहा जैसा कि वह आज है और न ही यह भविष्य में ऐसा रहेगा।

- वे हलचलें जो पृथ्वी के आंतरिक या अन्तर्जात बलों द्वारा पैदा होकर भूपर्पटी को प्रभावित करती है, पृथ्वी की **हलचलें** कहलाती हैं।
- पृथ्वी की हलचलों को विवर्तनिक हलचलें भी कहते हैं; क्योंकि वे पृथ्वी के धरातल पर क्रमिक परिवर्तनों द्वारा भौतिक लक्षणों का निर्माण करती हैं।

4.3 पृथ्वी की हलचलों का वर्गीकरण

पृथ्वी की हलचलों को समय के आधार पर दो वर्गों में विभाजित किया जाता है। (क) मन्द हलचलें तथा (ख) आकस्मिक हलचलें।

(क) **मन्द हलचलें** - भूपर्पटी पर कुछ परिवर्तन इतने क्रमिक और मंद होते हैं कि उनमें परिवर्तन सैंकड़ों या हजारों वर्षों के बाद देखने को मिलता है। ऐसी हलचलें जिनका समय मानव जीवन से भी अधिक लंबा होता है, **मंद हलचलें** कहलाती हैं। ये हलचलें भूपर्पटी पर ऊर्ध्वाधर अथवा क्षैतिज रूप में होती है। ऊर्ध्वाधर हलचलें भूपर्पटी में धंसाव या उभार पैदा करती हैं। भारत के काठियावाड़ तट पर उठे हुए समुद्री तटों में पाये गये समुद्री जीवों के अवशेषों से यह स्पष्ट होता है कि यह तट कभी समुद्री जल के नीचे था। इसी प्रकार के उठे हुए समुद्री तट भारत के पूर्वी तट के साथ उड़ीसा, आंध्र प्रदेश तथा तमिलनाडु में भी पाये जाते हैं। ये तट समुद्री जल स्तर से 15 से 30 मीटर तक ऊपर उठा दिये गये हैं। दूसरी ओर भूपृष्ठ के धंसाव के अनेक उदाहरण दिये जा सकते हैं जैसे सुन्दर वन के डेल्टा में पीट व लिगनाइट संस्तरों की उपस्थिति, तमिलनाडु के तिरुनलवेली में तथा मुंबई द्वीप के पूर्वी तट पर वनों का समुद्र में डूब जाना।

(ख) **आकस्मिक हलचलें** - मन्द हलचलों के विपरीत कुछ हलचलें ऐसी होती है जो भूपर्पटी में शीघ्र परिवर्तन ला देती हैं। ज्वालामुखी तथा भूकम्प ऐसी हलचलों के उदाहरण हैं। इन दो घटनाओं द्वारा परिवर्तन इतने आकस्मिक होते हैं कि नदियों के मार्ग बदल जाते हैं तथा लावा के बहने एवं जमने से पर्वत, उठे भू भाग व पठारों का निर्माण कुछ ही दिनों में हो जाता है। इन हलचलों के परिणामस्वरूप पर्वतीय क्षेत्रों में भूस्खलन हो जाते हैं।

- **आकस्मिक हलचलें** भूपर्पटी में तत्काल परिवर्तन लाती हैं।
- ज्वालामुखी तथा भूकम्प आकस्मिक हलचलों के परिणाम हैं।

- वे हलचलें जो धीमी गति से क्रमिक परिवर्तन लम्बे समय में लाते हैं, उन्हें **मन्द हलचलें** कहते हैं।
- भूपर्पटी में उभार, धंसाव व जल में डूबने की क्रियायें मंद हलचलों के कारण होती हैं।

पाठगत प्रश्न 4.1

1. आंतरिक बलों के लिए भौगोलिक शब्द दीजिए।

   ____

2. पृथ्वी की हलचल किसे कहते हैं ?

   ____

4.4 ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज हलचलें

मंद हलचलों को पृथ्वी के धरातल के किसी भाग के ऊपर उठने या धंसने के आधार पर पुनः ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज हलचलों में विभाजित किया जा सकता है।

(क) **ऊर्ध्वाधर हलचलें :** ऊर्ध्वाधर हलचलें धरातल को पृथ्वी के केन्द्र से उत्पन्न होती है और इसके धरातल को प्रभावित करती हैं। इसलिए इन गतियों के कारण बड़े पैमाने पर धरातल के भूभाग ऊपर उठ जाते हैं अथवा नीचे धंस जाते हैं। ये गतियाँ प्रायः इतनी मंद और विस्तृत होती हैं कि पृथ्वी के क्षैतिज शैल संस्तरों के स्वरूप में कोई परिवर्तन नहीं होता। ये गतियाँ मुख्य रूप से महाद्वीपों तथा पठारों के निर्माण से संबंधित होती हैं, अतः इन्हें **महाद्वीप निर्माणकारी** अथवा **पठार निर्माणकारी** हलचलें भी कहते हैं। पिछले पाठ में आप शैलों के बारे में पढ़ चुके हैं कि अवसादी शैल महासागरों व समुद्रों में लाये गये पदार्थों के जमाव से निर्मित होते हैं। ये शैलें महाद्वीपों पर विस्तृत रूप में पायी जाती हैं। इस तथ्य से यह पूर्णतः स्पष्ट होता है कि इन शैलों के ऊपर उठने से महाद्वीपों का निर्माण हुआ है। ऊपर के वर्णन के विपरीत, ऐसे असंख्य उदाहरण दिये जा सकते है जिनमें भवन, नदी घाटियाँ तथा शहर समुद्रों में भूमि के धसने से डूब गये हैं। भूमध्यसागर के क्रेट द्वीप में बने प्राचीन भवन तथा भारत के सौराष्ट्र का प्रसिद्ध प्राचीन नगर द्वारिका समुद्र में डूबे इस प्रकार के कुछ उदाहरण हैं। ये परिवर्तन पृथ्वी के धरातल के नीचे धसने की गति को पूर्णतः स्पष्ट करते हैं।

- बड़े पैमाने पर धरातल के ऊपर उठाने या धंसने से महाद्वीपों, पठारों तथा महासागरों का निर्माण होता है।
- ऊर्ध्वाधर हलचलों को महाद्वीप निर्माणकारी हलचलें भी कहते हैं।

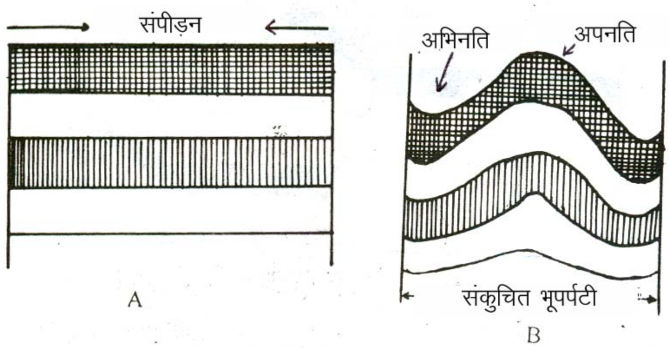
(ख) **क्षैतिज हलचलें** - कभी–कभी आंतरिक बल भूपर्पटी पर एक दिशा से दूसरी दिशा की ओर अथवा दोनों दिशाओं से प्रभाव डालते हैं। इस कारण भूपृष्ठ के क्षैतिज शैलों संस्तरों में अत्याधिक परिवर्तन आ जाता हैं इन बलों के कारण पूर्व स्थापित शैल संस्तरों में दबाव व खिंचाव पैदा होता है। ऐसा इसलिए भी होता है क्योंकि ये बल गोलाकार पृथ्वी के संस्तरों में क्षैतिज अथवा स्पर्श रेखा की दिशा में प्रभावी होते हैं। अतः इनको क्षैतिज हलचलों के नाम से जाना जाता है।

इन्हें हम दो भागों में बॉट सकते हैं :

(i) सम्पीड़न बल

(ii) तनाव बल

(i) सम्पीड़न बल वे हैं जो शैल संस्तरों को एक कठोर तल की दिशा में खिसकाते हैं अथवा दोनों दिशाओं से दबाव डालते हैं। उनकी क्रिया को समझने के लिए आप एक कपड़े का टुकड़ा लें और उसे मेज पर फैला लें। इस कपड़े को अपने दोनों हाथों से उसके बीच की ओर दबाव डालें तो कपड़े पर ऊपर नीचे मोड़ पड़ जायेंगे। शैल संस्तर भी कपड़े की भांति मुड़ जाते हैं। इस प्रकार सम्पीड़न बल शैल संस्तरों में मोड़ डाल देते हैं जिनके परिणाम स्वरूप वलित पर्वतों का निर्माण होता है जिनमें अवसादी शैलें लहरों की भांति मुड़ जाती हैं। इस प्रकार शैलों के मुड़ने की प्रकिया को **वलन** कहते हैं। ऊपर की ओर उठे हुए मोड़ को **अपनति** तथा नीचे की ओर पड़े हुए मोड़ को **अभिनति** कहते हैं। (चित्र 4.2)



चित्र 4.2 वलन से पूर्व तथा वलन के बाद भूपर्पटी

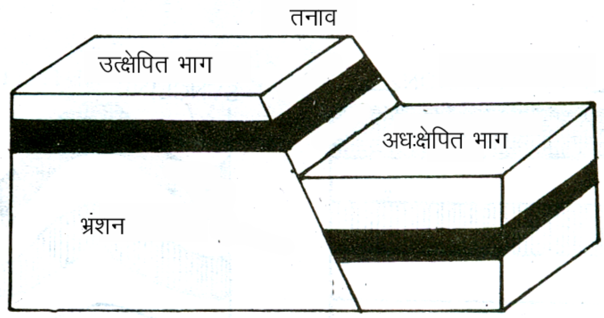
जब वलन विस्तृत पैमाने पर होता है तो यह पर्वत निर्माणकारी प्रक्रिया से संबंधित होता है। संसार की अधिकांश महान पर्वतमालाओं जैसे हिमालय, रॉकीज, एन्डीज, आल्प्स तथा इसी प्रकार की अन्य पर्वतमालाओं का निर्माण सम्पीडन बलों की विस्तृत पैमाने पर हुई प्रक्रियाओं का ही परिणाम है। इन गतियों को **पर्वत निर्माणकारी हलचलें** भी कहते हैं।

- क्षैतिज हलचलें सम्पीड़न तथा तनाव बलों से उत्पन्न होती है।
- सम्पीड़न द्वारा शैल संस्तरों में मोड़ पड़ने को **वलन** कहते हैं।

- ऊपर की ओर उठे हुए मोड़ को **अपनति** तथा नीचे की ओर पड़े हुए मोड़ को **अभिनति** कहते हैं।
- बड़े पैमाने पर होने वाली वलन प्रक्रिया के परिणामस्वरूप वलित पर्वत बनते हैं। इन्हें सामान्यतया **पर्वत** निर्माणकारी हलचलें कहते हैं।

(ii) तनाव बल तब पैदा होते हैं जब शक्तियां दो विपरीत दिशाओं में धरातल के समानांतर कार्य करती हैं अर्थात जब शक्तियाँ किसी दिये गये बिन्दु या तल के दोनों ओर कार्य करती हैं तो तनाव पैदा होता है। जब तनाव बल अधिक तीव्र होते हैं तो शैल संस्तरों (परतों) में दरार पड़ जाती है या वे टूट जाती हें। फलस्वरूप दरारें या भ्रंश पैदा हो जाते हैं। जब दो दरारों के बीच के शैल ऊपर अथवा नीचे की ओर विस्थापित हो जाते हैं तो इसे **भ्रंशन** कहते हैं। जिस रेखा के साथ टूटे हुए शैल संस्तर विस्थापित होते हैं, अथवा खिसकते हैं उसे **भ्रंश-रेखा** कहते हैं। (चित्र 4.3)

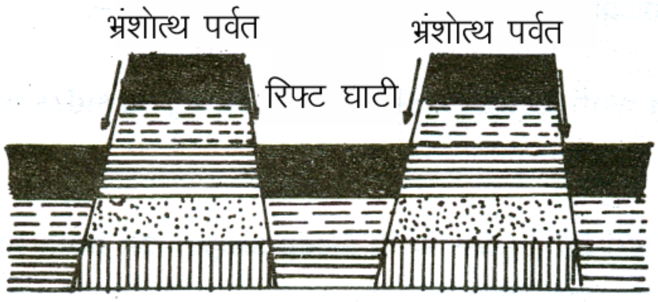
– तनाव बलों के कारण **भ्रंश** बनते हैं।
– जिस रेखा के साथ टूटे शैल संस्तर खिसकते हैं, उसे **भ्रंश रेखा** कहते हैं।



चित्र 4.3 भ्रंश

सम्पीड़न की शक्तियों के कारण तनाव की शक्तियाँ सक्रिय होती है। इस प्रकार भ्रंशों का निर्माण मोड़ों के बनने की प्रक्रिया के साथ होता है। इस का तात्पर्य यह है कि वलन की प्रक्रिया से शैलों की परतों में भ्रंश निर्मित होते हैं या वे टूटती है।

भ्रंशन की प्रक्रिया के कारण दरार घाटियों तथा खण्ड पर्वतों का निर्माण होता है। जब दो लगभग समानांतर दरारों के बीच स्थित शैल संस्तर नीचे की ओर खिसक जाते हैं तो दरार घाटी का निर्माण होता है। (चित्र 4.4) संसार की प्रमुख दरार घाटियों में स्काटलैण्ड की मध्यवर्ती घाटी, राइन नदी घाटी, नील की घाटी, मृतसागर बेसिन तथा पूर्वी अफ्रीका की महान दरार घाटी जिसमें इस क्षेत्र की कुछ झीलें शामिल है, गणना की है। कुछ भूगोलवेत्ता नर्मदा तथा तापी घाटियों को भी दरार घाटियाँ मानते हैं। दामोदर नदी घाटी के कोयला निक्षेप प्रारंभिक रूप में एक अभिनति, जो एक दरार घाटी से मिलती जुलती हैं, में जमा हुए बताये जाते हैं।



चित्र 4.4 दरार घाटी तथा खण्ड पर्वत

दरार घाटी भ्रंश रेखाओं के सहारे बनी दो समानांतर दीवारों के बीच धंसा हुआ भू–भाग होती है। इस प्रकार की घाटी को **ग्रैबन** भी कहते हैं। दरार घाटी का निर्माण दो दरारों के बीच वाले स्थल खंडों के ऊपर उठने से भी हो सकता है, इन पर उठे हुए खण्डों को **हार्स्ट या खण्ड पर्वत** कहते हैं। राइन नदी के दोनों किनारों के साथ फैले वासजेज तथा ब्लेक फारेस्ट पर्वत तथा फिलिस्तीन व जार्डन के पठार, खण्ड पर्वतों के प्रसिद्ध उदाहरण हैं।

कगार (चित्र 4.3) दरार घाटियों तथा खण्ड पर्वतों के विशिष्ट लक्षण हैं। वे एक दिशा में फैले हुए तीव्र या खड़े किनारे वाले ढाल होते हैं। अरब सागर की ओर के पश्चिमी घाट के कगार विंध्यांचल के कगार तथा नर्मदा नदी की भ्रंशन का ही परिणाम है।

- भ्रंशन के कारण दरारघाटी, खण्ड पर्वत तथा कगारों का निर्माण होता है।
- भ्रंश रेखा के सहारे बनी दो समानांतर दीवारों के बीच धंसे भाग को **दरार घाटी** कहते हैं।
- खड़े व तीव ढाल वाले ऊपर उठे हुए भूभाग को **खण्ड पर्वत** कहते हैं।
- ककगार भ्रंश के साथ बना तीव्र व लंबा ढाल है।

पाठगत प्रश्न 4.2

(1) सम्पीड़न बलों द्वारा पैदा हुए भू हलचलों के नाम बताइये।

____

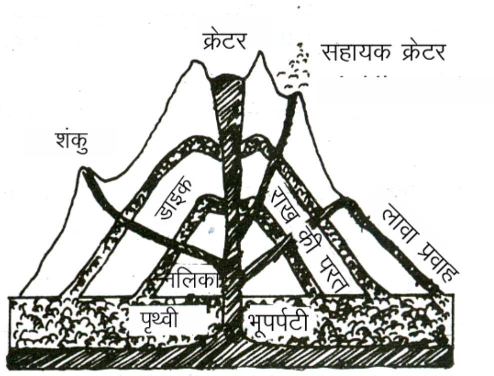
(2) पर्वत निर्माण करने वाली गतियों को भौगोलिक नाम दीजिये।

____

क्या आपने कभी सक्रिय ज्वालामुखी देखा है ? अगर आपने नहीं भी देखा है तो इसे आपने तस्वीरों में या लावा उगलते हुए ज्वालामुखी को फिल्मों में देखा होगा। यहाँ हम भू आकृतियों के उदाहरण के रूप में इन शंक्वाकार आकृतियों का अध्ययन करेंगे।

4.5 ज्वालामुखी

ज्वालामुखी भूपर्पटी में वह छिद्र या द्वार होता है जिनके द्वारा शैल पदार्थ, शैल के टुकड़े, राख, जलवाष्प तथा अन्य गर्म गैसें धीरे–धीरे अथवा तेजी से उद्गार के समय निकलते हैं। ये पदार्थ पृथ्वी के आंतरिक गर्म भागों से भूपृष्ठ पर फैंके जाते हैं। इस प्रकार के छिद्र या भू पृष्ठ पृथ्वी के उन भागों में पाये जाते हैं, जहाँ शैल संस्तर अपेक्षाकृत कमजोर होते हैं।



चित्र 4.5 ज्वालामुखी शंकु

आपको आश्चर्य हो रहा होगा कि ये उद्गार होते क्यों हैं। वास्तव में ज्वालामुखी इस तथ्य के प्रमाण हैं कि पृथ्वी के आंतरिक भागों में अत्याधिक गर्मी व दबाव विद्यमान है। पृथ्वी की बाह्य ठोस परत के नीचे पिघले शैल पदार्थ जिन्हें मैग्मा कहते हैं, अत्याधिक दबाव में होते हैं। जब यह मैग्मा छिद्र या दरार द्वारा मैग्मा चेम्बर से बाहर धरातल पर जमा हो जाता है, तब इसे लावा कहते हैं। (चित्र 4.5) मैग्मा तथा गैसें जो भूपर्पटी के नीच जमा है, वे बाहर आने का प्रयास करती है जब ये अपने दाव से भूपर्पटी में कोई कमजोर रेखा या छिद्र बनाने में सफल हो जाती है। तो ये गैसें, पिघले शैल पदार्थ, शैल के ठोस टुकड़े व राख आदि के साथ तेजी से धरातल पर फैल जाते हैं। जब ठोस व पिघले शैल तथा गैसे पृथ्वी के आंतरिक भागों से निकलकर धरातल पर आती हैं तो यह प्रक्रिया **ज्वालामुखी प्रक्रिया** कहलाती है।

- ज्वालामुखी भूपर्पटी में वह छिद्र होता है, जिससे पिघले शैल पदार्थ मन्द अथवा तीव्र गति से बाहर निकलते हैं। पदार्थों के बाहर निकलने की गति उद्गार की तीव्रता पर निर्भर करती है।
- ज्वालामुखी उद्गार का मुख्य कारण मैग्मा और गर्म गैसों द्वारा भूपर्पटी पर डाला गया अत्याधिक दबाव है।
- वह प्रक्रिया जिसके द्वारा ठोस, पिघले शैल व गैसें पृथ्वी के आंतरिक भागों से मुक्त होकर उसके धरातल पर आती हैं, **ज्वालामुखी प्रक्रिया** कहते हैं।

टिप्पणी

ज्वालामुखी पदार्थ छिद्र या द्वार के बाहर होकर प्रायः शंकु का आकार ग्रहण करते हैं। शंकु के ऊपर कीप के आकार का एक गड्ढा होता है जिसे **क्रेटर** कहते हैं। (चित्र 4.5)

(क) ज्वालामुखी के प्रकार : ज्वालामुखी प्रक्रिया के आधार पर ज्वालामुखी को वर्गीकृत किया जाता है। उद्गार की बारम्बारता, ज्वालामुखी पदार्थों के बाहर निकल कर पृथ्वी के धरातल पर आने के ढंग तथा उद्गार की प्रकृति अथवा तरलता वर्गीकरणके प्रमुख आधार हैं।

उद्गार की बारम्बारता के आधार पर ज्वालामुखी तीन प्रकार के होते हैं (i) सक्रिय ज्वालामुखी, (ii) प्रसुप्त ज्वालामुखी तथा (iii) विलुप्त ज्वालामुखी।

वे ज्वालामुखी जिनमें समय–समय पर उद्गार होते रहते हैं अथवा वर्तमान में उदगार हो रहे हैं, उन्हें **सक्रिय ज्वालामुखी** कहते हैं। इस प्रकार के प्रमुख ज्वालामुखी–भूमध्य सागर में स्ट्रॉमबोली, इंडोनेशिया में क्राकाटोआ, फिलीपाइन्स में मेयोन, हवाई द्वीप समूह में मोना लोआ तथा भारत में बैरन द्वीप हैं।

प्रसुप्त ज्वालामुखी वे हैं जिनमें वर्तमान काल में उद्गार नहीं हुए हैं। वास्तव में उन्हें सोये हुए ज्वालामुखी कहा जा सकता है। इटली का विसुवियस तथा दक्षिण अमेरिका का कोटोपेक्सी प्रमुख प्रसुप्त ज्वालामुखी हैं।

इन दो प्रकार के ज्वालामुखी के विपरीत कुछ ऐसे ज्वालामुखी हैं जिनमें ऐतिहासिक काल में उद्गार नहीं हुए। इन्हें विलुप्त ज्वालामुखी कहते हैं। म्यांमार (बर्मा) का माऊंट पोपा तथा तंजानिया का किलीमंजारो प्रमुख विलुप्त ज्वालामुखी हैं। किसी भी ज्वालामुखी को प्रसुप्त या विलुप्त ज्वालामुखी प्रकार में बांटना आसान नहीं हैं। उदाहरण के लिए विसुवियस तथा क्राकाटोआ हजारों वर्षों तक विलुप्त रहने के बाद उनमें अचानक उद्गार होने लगे और सक्रिय ज्वालामुखी हो गये।

- उद्गार की बारम्बारता के आधार पर ज्वालामुखी तीन प्रकार के हें – सक्रिय, प्रसुप्त तथा विलुप्त।
- **सक्रिय ज्वालामुखी** वे हैं जिनमें वर्तमान में या हाल वर्षों में उद्गार हो रहे हैं या हुए हैं।
- **प्रसुप्त ज्वालामुखी** वे हैं जिनमें मानव इतिहास काल में कम से कम एक बार उद्गार हुआ है और जो वर्तमान में सक्रिय नहीं है।
- **विलुप्त ज्वालामुखी** वे हैं जिनमें लंबे मानव इतिहास काल में उद्गार नहीं हुए हैं।

उद्गार की रीति के आधार पर ज्वालामुखी दो प्रकार के होते हैं, (i) केन्द्रीय उद्भेदन ज्वालामुखी तथा (ii) दरारी उदभेदन ज्वालामुखी।

जब किसी ज्वालामुखी में उद्भेदन एक छिद्र या द्वार से होता है तब उसे केन्द्रीय उद्भेदन ज्वालामुखी कहते हैं। इस प्रकार के ज्वालामुखी विभिन्न प्रकार के गुम्बदाकार

अथवा शंक्वाकार पहाड़ियों का निर्माण करते हैं। इन पहाड़ियों का आकार ज्वालामुखी से निकलने वाले पदार्थों की प्रकृति पर निर्भर करता है। संसार के अधिकांश ज्वालामुखी इस प्रकार के हैं। इस प्रकार के ज्वालामुखी उद्भेदन की एक अन्य विशेषता यह है कि पिघले हुए शैलों व गैसों के यकायक छिद्र या द्वार से निकलने के कारण उद्गार अत्याधिक विस्फोटक होता हैं, विसुवियस तथा फ्यूजीयामा इस वर्ग के प्रमुख ज्वालामुखी हैं।

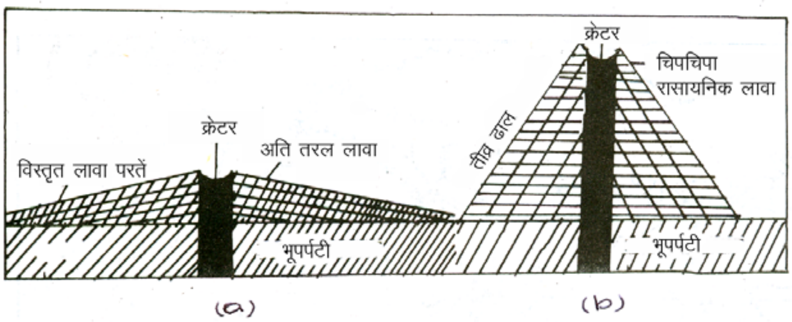
कभी–कभी, भूकम्पों या भ्रशंन से भूपृष्ठ पर गहरी और लंबी दरारें पड़ जाती हैं। मैग्मा इन दरारों से धीरे–धीरे बाहर की ओर निकलने लगता है। इस प्रकार के उद्भेदन को दरारी उद्भेदन कहते हैं इस प्रकार के ज्वालामुखी उद्गारों से लावा की मोटी–मोटी पर्तें जमा हो जाती हैं और इससे लावा पठार तथा लावा शील्ड का भी निर्माण होता है। भारत में दक्कन का पठार इस प्रकार के उद्गार का एक उदाहरण है।

- केंद्रीय प्रकार के ज्वालामुखी में छिद्र या द्वार से उद्गार होते हैं तथा इस प्रकार के उद्भेदन के कारण एक **शंक्वाकार पहाड़ी** का निर्माण होता है।
- दरारी प्रकार के ज्वालामुखी में उद्भेदन एक दरार से होते हैं तथा इस प्रकार के उद्गारों से **पठारों व शील्डों** का निर्माण होता है।

लावा की तरला के आधार पर ज्वालामुखी दो प्रकार के होते हैं (i) क्षारीय लावा के ज्वालामुखी तथा, (ii) अम्लीय लावा के ज्वालामुखी।

क्षारीय लावा में धात्विक खनिजों का अनुपात अधिक होता है तथा उनका पिघलन बिंदु नीचा होता है। अतः क्षारीय लावा अधिक तरल होता है। इस प्रकारके ज्वालामुखी उदगारों में लावा दूर–दूर तक शीघ्र तथा तेजी से फैल जाता है। इससे लावा की पतली परतें विस्तृत क्षेत्र में जमा हो जाती है। इस प्रकार के उद्गारों से शील्डों तथा लावा गुम्बदों का निर्माण होता है। प्रशांत महासागर में हवाई द्वीप समूह में स्थित शील्ड ज्वालामुखी इस प्रकार का ज्वालामुखी है।

क्षारीय लावा के विपरीत अम्लीय लावा में सिलिका की मात्रा अधिक होती है तथा इसका पिघलन बिंदु अपेक्षाकृत ऊँचा होता है। अतः यह अत्यधिक गाढ़ा होता है तथा शीघ्र ही जम जाता है। यही कारण है कि अम्लीय लावा ज्वालामुखी सामान्यतया ऊँची भू–आकृतियों का निर्माण करते हैं। इन भू–आकृतियों के ढाल तीव्र होते हैं। अम्लीय लावा शंकु के ढाल क्षारीय लावा शील्डों से अधिक तीव्र होते हैं। (चित्र 4.6)

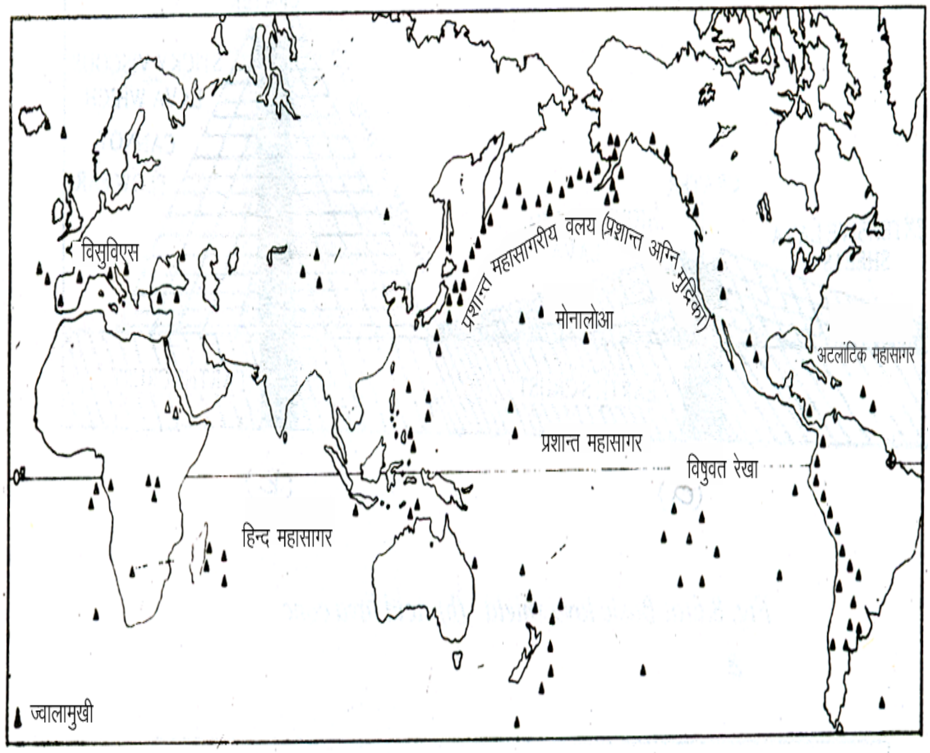


चित्र 4.6 (क) क्षारीय लावा शील्ड (ख) अम्लीय लावा शंकु

- क्षारीय लावा अधिक तरल होता है अतः शीघ्रता से दूर–दूर तक फैल जाता है। इसके कारण शील्डों का निर्माण होता हैं
- अम्लीय लावा अत्यधिक गाढ़ा होता है। इस प्रकार के उद्गार से तीव्र ढाल वाले शंकु निर्मित होते हैं।

(ख) ज्वालामुखियों का वितरण : संसार में लगभग 500 ज्वालामुखी हैं। इनमें से अधिकांश तीन निश्चित पेटियों में पाये जाते हैं। ये तीन पेटियाँ हैं – प्रशांत महासागरीय पेटी, मध्यवर्ती पेटी तथा अफ्रीकी दरारघाटी पेटी। इस प्रकार, ज्वालामुखी उन क्षेत्रों में मुख्य रूप में पाये जाते हैं जहाँ अत्यधिक वलन व भ्रंशन पाये जाते हैं। वे तटीय पर्वतीय श्रेणियों के साथ, द्वीपों तथा महासागरों के आंतरिक भागों में पाये जाते हैं। महाद्वीपों के आंतरिक भाग इनकी क्रिया से सामान्यतया अछूते रहे हैं। अधिकांश सक्रिय ज्वालामुखी प्रशांत महासागरीय क्षेत्र में स्थित हैं। लगभग 83 सक्रिय ज्वालामुखी भूमध्य सागरीय क्षेत्र में पाये जाते हैं। (चित्र 4.7)

प्रशांत महासागरीय पेटी में सबसे अधिक ज्वालामुखी संकेंद्रित हैं। इसलिए इसे प्रशांत अग्नि वलय कहते हैं। यह वलय दक्षिणी अमेरिका में एण्डीज पर्वत श्रेणी के साथ से प्रारंभ होकर अलास्का तक तथा अल्यूशियन द्वीप समूह से जापान, फिलीपाइन्स, इंडोनेशिया से न्यूजीलैंड तक फैली हुई है।



चित्र 4.7 ज्वालामुखी - विश्व वितरण

संसार की मध्यवर्ती पेटी का ज्वालामुखी की संख्या के अनुसार दूसरा स्थान है। यह यूरोप में आल्प्स पर्वत से प्रारंभ होकर टर्की तथा हिमाचल पर्वत प्रदेश से होती हुई प्रशांत

टिप्पणी

महासागरीय पेटी से मिल जाती है। अफ्रीकी दरारघाटी प्रदेश का तीसरा स्थान है। इस पेटी के अधिकांश ज्वालामुखी विलुप्त प्रकार के हैं। केवल माउन्ट केमरून ज्वालामुखी जो पश्चिमी मध्य अफ्रीका में स्थित हैं, सक्रिय ज्वालामुखी है।

- संसार में लगभग 500 ज्वालामुखी हैं। वे तीन निश्चित पेटियों – प्रशांत महासागर को घेरनेवाली पेटी, मध्यवर्ती पर्वतीय पेटी तथा पूर्वी–अफ्रीकी दरार घाटी में स्थित हैं।
- अधिकांश सक्रिय ज्वालामुखी प्रशांत महासागरीय पेटी में स्थित है। इसे प्रशांत अग्नि वलय कहते हैं।

पाठगत प्रश्न 4.3

1. निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिये –

   (i) उस प्रक्रिया का नाम बताइए जिसमें मैग्मा पृथ्वी के गर्भ से बाहर निकलता है।

   ____

   (ii) उद्‌गार की बारम्बारता के आधार पर तीन प्रकार के ज्वालामुखियों के नाम बताइए।

   (क) ____________ (ख) ____________ (ग) ____________

   (iii) उद्‌गार की प्रकृति के आधार पर दो प्रकार के ज्वालामुखियों के नाम बताइए।

   (क) ____________________ (ख) ____________________

   (iv) तरलता के आधार पर लावा के दो प्रकार बताइए।

   (क) ____________________ (ख) ____________________

4.7 भूकम्प

आपने शायद दूरदर्शन के समाचारों में भूकम्प से होने वाले विनाश के विषय में सुना होगा। भूपृष्ठ के हिलने या कांपने को **भूकम्प** कहते हैं। ये हल्के से कम्पन से लेकर भवनों को तेज हिलाकर रख देने वाले होते हैं। भूकम्प लहरों की गति की ऊर्जा का एक रूप है जो पृथ्वी की धरातलीय परत से संप्रेषित होती है।

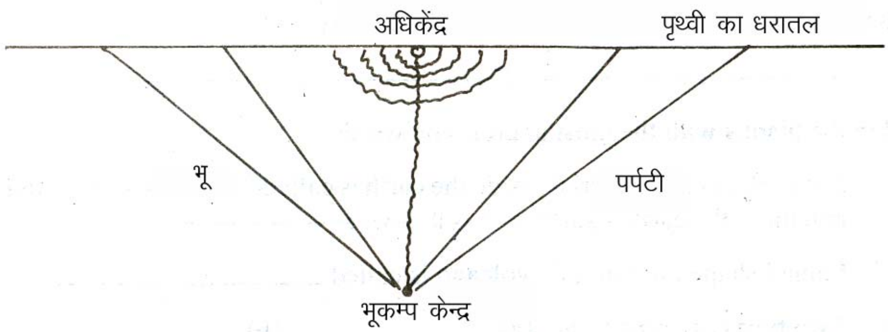
सभी भूकम्प समान तीव्रता वाले नहीं होते। इनमें से कुछ भूकम्प बहुत भयंकर होते हैं, कुछ हल्के होते हैं तथा शेष कुछ का तो पता ही नहीं चल पाता। भयंकर या अधिक

तीव्रता वाले भूकम्प गिने चुने होते हैं। यद्यपि हमारी पृथ्वी पर प्रतिदिन भूकम्प आते रहते हैं लेकिन उनकी बारम्बारता में स्थान–स्थान पर बहुत अन्तर पाया जाता हैं। सारे संसार में फैला भूकम्पमापी केंद्रों का जाल प्रतिदिन दर्जनों भूकम्पों को आलेखित करता है, लेकिन भयंकर भूकम्प कुछ ही क्षेत्रों में आते हैं। भूकम्प मापने वाले यंत्र को **भूकम्प मापी (सीस्मोग्राफ) यंत्र** कहते हैं। 'सीस्मोस' ग्रीक भाषा का शब्द है जिसका अर्थ है भूकम्प।

- आंतरिक बलों द्वारा हुए भूपृष्ठ के कम्पन को **भूकम्प** कहते हैं।
- भूकम्पमापी एक यंत्र है जो भूपृष्ठ के कम्पन को आलेखित करता है।

भूपृष्ठ में स्थित वह बिंदु जहां से भूकम्प प्रारंभ होता है उसे भूकम्प केंद्र कहते हैं। सामान्यता यह केंद्र भूपृष्ठ मं 60 किलोमीटर की गहराई के आसपास स्थित होता है।

भूकम्प केंद्र के ठीक ऊपर पृथ्वी के धरातल पर जो स्थान होता है, उसे **अधिकेंद्र** कहते हैं। भूकम्प का प्रभाव उसके उद्गम बिंदु से तरंगों द्वारा ले जाया जाता है। ये भूकम्पीय तरंगें भूकम्प केंद्र से पैदा होकर सभी दिशाओं की ओर चलती है। लेकिन उनकी तीव्रता अधिकेन्द्र पर सबसे अधिक होती है। यही कारण है कि अधिकेन्द्र के चारों ओर फैले क्षेत्र पर विनाश सर्वाधिक होता है। कम्पन की तीव्रता अधिकेंद्र के चारों ओर दूर जाने पर क्रमशः कम होती जाती है। (देखें चित्र 4.8)



चित्र 4.8 एक भूकम्प का भूकम्प-केन्द्र तथा अधिकेंद्र

- भूकम्प पृथ्वी के धरातल का कंपन है जो हल्के से कंपन से लेकर भवनों को तेज हिलाकर रख देने वाला हो सकता है।
- भूकम्प मापने के लिए भूकम्प मापी (सिस्मोग्राफ) यंत्र का उपयोग करते हैं।
- **भूकम्प-केंद्र** भूपृष्ठ में वह बिंदु होता है, जहाँ से भूकम्प प्रारंभ होता है।
- **अधिकेंद्र** धरातल पर वह बिंदु होता है जो भूकम्प केंद्र के ठीक ऊपर होता है।

(क) भूकम्प के कारण और प्रभाव

भूकम्प आने का प्रमुख कारण वलन, भ्रंशन तथा शैल संस्तरों का खिसकना है। कैलीफोर्निया के सान फ्रांसिसको में 1906 तथा असम में 1951 में तथा बिहार में 1935 में आये भूकम्प इस प्रकार के भूकम्पों के उपयुक्त उदाहरण हैं।

भूकम्पों के आने का दूसरा प्रमुख कारण ज्वालामुखी उद्भेदन है। ज्वालामुखी के भयंकर उद्भेदन से ठोस शैलों पर अत्यधिक दबाव पड़ता है, इससे भूपृष्ठ पर कम्पन पैदा होते हैं। लेकिन इस प्रकार के भूकम्प ज्वालामुखी प्रक्रिया के क्षेत्रों तक ही सीमित रहते हैं। हवाई द्वीप समूह में मोनालोआ ज्वालामुखी के 1868 में हुए उद्भेदन के पूर्व छः दिन तक इस क्षेत्र में लगातार आये भूकम्प इस प्रकार के भूकम्पों के प्रमुख उदाहरण हैं।

हल्के या सीमित प्रभाव वाले भूकम्पों के आने के कारणों में भूस्खलन, जल के रिसने से खानों, सुरंगों व कन्दराओं की छतों के शैलों का टूटकर गिरना शामिल हैं। इस प्रकार के भूकम्पों से क्षति बहुत ही कम होती है।

भयंकर भूकम्प सामान्यतया अत्याधिक विनाशकारी होते हैं। इस प्रकार के भूकम्पों से भू:स्खलन, नदियों के मार्गों का रुक जाना तथा बाढ़ के आने की घटनायें घटित हो जाती हैं। कभी–कभी भूमि के धसक जाने से झीलें बन जाती हैं। भूकम्पों के आने से दरारें पड़ जाती हैं। इसके कारण नदियों के मार्ग बदल जाते हैं, जैसा कि असम के 1951 में आये भूकम्प के कारण हुआ था। भूकम्पों के कारण दरार रेखा के साथ शैल संस्तर ऊपर नीचे अथवा क्षैतिज दिशा में खिसक जाते हैं। जब इनसे आग लग जाती है या ज्वारीय तरंगें पैदा हो जाती हैं, तब ये भूकम्प अत्यधिक विनाशकारी होते हैं। इन ज्वारीय तरंगों को **सुनामी** कहते हैं। इन तरंगों से तटीय नगर बह जाते हैं। भूकम्प के आने से मकान व पुल टूट जाते हैं, जिससे हजारों व्यक्तियों की मृत्यु हो जाती है। यातायात, संचार तथा बिजली के तार की लाइनें टूट जाती हैं। भूकम्पों का अंतिम परिणाम हैजा जैसी महामारियाँ होती हैं।

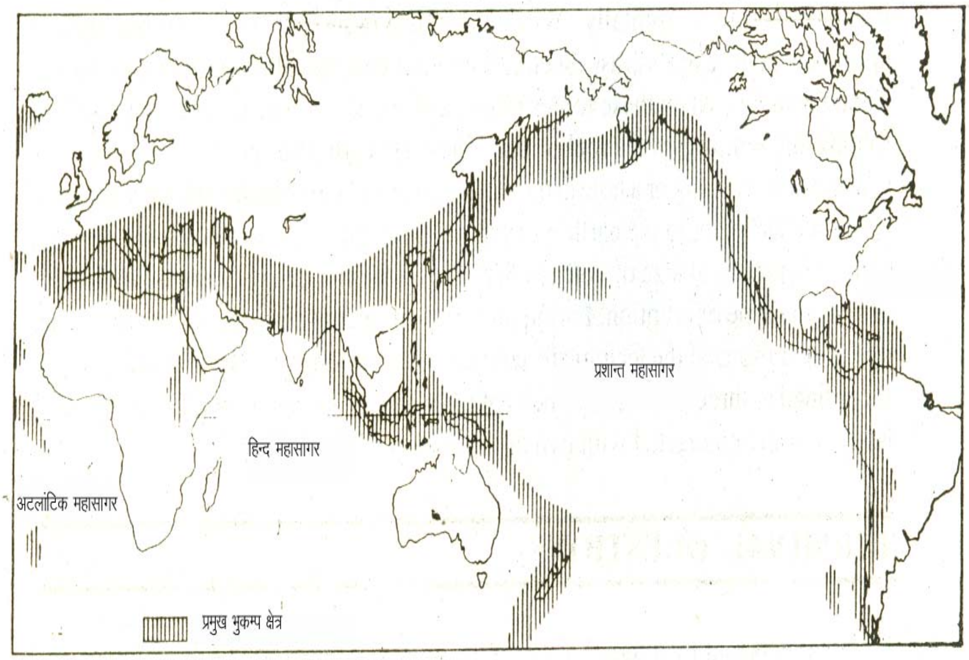
(ख) भूकम्पों का वितरण

भूकम्प संसार के प्रत्येक भाग में आते हैं। लेकिन दो पूर्ण निश्चित पेटियों में वे अक्सर आते हैं। ये पेटियाँ हैं – प्रशांत महासागर को घेरने वाली पेटी तथा मध्यवर्ती पर्वतीय पेटी। प्रशांत महासागर को घेरने वाली पेटी में उत्तरी तथा दक्षिणी अमेरिका के पश्चिमी तट, **अल्यूशियन तथा एशिया के पूर्वी तट** से लगें अन्य द्वीप समूह जैसे जापान तथा फिलीपाइन्स शामिल हैं। यह पेटी प्रशांत सागर को एक छोर से दूसरे छोर तक घेरे हुये है इसलिए इसका यह नाम पड़ गया है। इस पेटी में आने वाले भूकम्प पर्वतों तथा ज्वालामुखियों की श्रृंखला से संबंधित है। ऐसा अनुमान है कि संसार के लगभग 68 प्रतिशत भूकम्प अकेले इसी पेटी में आते है।

भूकम्प प्रभावित दूसरी पेटी आल्प्स पर्वत से प्रारंभ होकर भूमध्य सागर कॉकेशस, हिमालय प्रदेश तथा इण्डोनेशिया तक फैली हुई है। इस पेटी में संसार के लगभग 21 प्रतिशत भूकम्प आते हैं। शेष 11 प्रतिशत भूकम्प संसार के शेष भागों में आते हैं।

टिप्पणी

- संसार के अधिसंख्य भूकम्प दो पेटियों में आते हैं ये हैं – प्रशांत महासागर को घेरने वाली पेटी तथा मध्यवर्ती पर्वतीय पेटी।



चित्र 4.9

पाठगत प्रश्न 4.4

उपयुक्त शब्दों से रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए –

(i) भूकम्प किसे कहते हैं ?

____

(ii) किस यंत्र द्वारा भूकम्पों का आलेखन किया जाता है?

____

(iii) उद्‌गम बिंदु क्या होता है ?

____

(iv) सुनामी क्या है ?

____

आपने क्या सीखा

पृथ्वी के धरातल पर पायी जाने वाली विभिन्न प्रकार की भू–आकृतियॆं उसकी आंतरिक और बाह्य बलों की निरंतर प्रक्रिया का परिणाम है। आंतरिक बल विभिन्न धरातलीय लक्षणों की ऊँचाई में असमता पैदा करने के लिए उत्तरदायी हैं। ये बल पृथ्वी के आंतरिक भागों में पैदा होते हैं। इन बलों को अन्तर्जात बल भी कहते हैं। इन बलों के कारण भूपृष्ठ में हलचल होती है जिन्हें पृथ्वी की हलचलें कहते हैं। मंद हलचलें जहां भौतिक लक्षणों में धीरे–धीरे व क्रमिक परिवर्तन लाती है वहीं आकस्मिक हलचलें यकायक व तीव्र परिवर्तन लाती हैं। आंतरिक बल पृथ्वी को दो प्रकार – त्रिज्यीय तथा क्षैतिज रूपों से प्रभावित करते हैं। जब ये त्रिज्यीय रूप में प्रभावित करते हैं तब भूपृष्ठ विपरीत, जब ये बल क्षैतिज या एक दिशा से दूसर दिशा में प्रभाव डालते हैं तब शैल संस्तरों में वलन व भ्रंशन की प्रक्रियायें होती हैं। इन्हें क्षैतिज हलचलें कहते हैं। ज्वालामुखी भूपृष्ठ के द्वार या छिद्र को कहते हैं जिससे गर्म पिघला हुआ मैग्मा, गैसें तथा राख निकलकर पृथ्वी के धरातल पर जमा होती है। ज्वालामुखी का आकार व आकृति उद्‌भेदन की बारम्बारता, लावा की तरलता तथा उद्‌भेदन के प्रकार पर निर्भर करता है। भूकम्प भूपृष्ठ के कारण पैदा होते हैं। ज्वालामुखी संसार की तीन निश्चित पेटियों में सीमित हैं। भूकम्प भी इनमें से दो पेटियों से संबंधित हैं।

पाठांत प्रश्न

1. आंतरिक बलों से क्या तात्पर्य है ? इन बलों की उत्पत्ति के कारणों की सूची बनाइये।
2. चार उदाहरण देकर सिद्ध कीजिए कि भूपृष्ठ अस्थिर हैं।
3. निम्न को आरेखों द्वारा दर्शाइए :–
   (i) दरार रेखा के सहारे विस्थापित शैल संस्तर
   (ii) शैल संस्तर की अपनति व अभिनति
4. ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज हलचलों में अंतर स्पष्ट कीजिए।
5. वलन तथा भ्रंशन में अंतर बताइए।
6. ज्वालामुखी क्या है ? उदाहरण देकर विभिन्न प्रकार के ज्वालामुखियों के बारे में बताइए।
7. क्षारीय तथा अम्लीय लावा एवं उनके द्वारा निर्मित भू आकृतियों में अंतर बताइए।
8. भूकम्प क्यों आते हैं ?
9. भूकम्पों से पृथ्वी के धरातल पर पड़ने वाले प्रभावों की सूची बनाइए।

10. निम्न पारिभाषिक शब्दों की परिभाषा दीजिए :–

    (क) दरार रेखा   (ख) केंद्रीय उद्गार

    (ग) दरारी उद्भेदन   (घ) प्रसुप्त ज्वालामुखी

11. संसार के रेखा मानचित्र में निम्नांकित को दर्शाइये तथा उनका नाम लिखिए :–

    (क) भारत में एक सक्रिय ज्वालामुखी (ख) दक्षिणी अमेरिका में एक ज्वालामुखी पठार (ग) यूरोप में एक दरार घाटी (घ) म्यांमार में एक विलुप्त ज्वालामुखी (ङ) अफ्रीका में एक विलुप्त ज्वालामुखी (ट) हवाई द्वीप समूह में एक ज्वालामुखी।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

4.1

1. अन्तर्जात बल 2. वे हलचलें जो पृथ्वी के अंतर्जात बलों द्वारा भूपृष्ठ को प्रभावित करती हैं। पृथ्वी की हलचलें कहलाती हैं।

4.2

1. क्षैतिज हलचलें 2. पर्वत निर्माणकारी हलचलें

4.3

1. (i) ज्वालामुखी प्रक्रिया (ii) (क) सक्रिय (ख) प्रसुप्त (ग) विलुप्त (iii) (क) केंद्रीय ज्वालामुखी (ख) दरारी ज्वालामुखी (i) (क) क्षारीय लावा (ख) अम्लीय लावा।

4.4

(i) भू हलचलों द्वारा पैदा किए गए भूपृष्ठ के कम्पन को भूकम्प कहते हैं।

(ii) भूकम्प मापी यंत्र

(iii) वह स्थान या बिंदु जहां से भूकम्पीय तरंगे पैदा होती हैं उसे उद्गम बिंदु कहते हैं।

(iv) भूकम्पों से समुद्री जल में उत्पन्न होने वाली विनाशकारी लहरों को सुनामी कहते हैं।

पाठांत प्रश्नों के संकेत

1. अनुच्छेद 4.1 को देखिए।
2. अनुच्छेद 4.2 को देखिए।
3. अनुच्छेद 4.1 को देखिए।

4. अनुच्छेद 4.4 को देखिए।
5. अनुच्छेद 4.4 (ख) (i) व (ii)
6. अनुच्छेद 4.5 को देखिए।
7. अनुच्छेद 4.6 को देखिए।
8. अनुच्छेद 4.6 को देखिए।
9. अनुच्छेद 4.6 'क' को देखिए।
10. (क) जिस रेखा के साथ टूटे शैल संस्तर खिसकते हैं, उसे भ्रंश रेखा कहते हैं।
    (ख) जब किसी ज्वालामुखी में किसी छिद्र या द्वार से उद्गार होता है, तो उसे केंद्रीय उद्गार कहते हैं।
    (ग) जब किसी ज्वालामुखी में किसी लंबी दरार में उद्भेदन होता है तो दरारी उद्भेदन कहते हैं।
    (घ) जिन ज्वालामुखियों में मानव इतिहास काल में उद्भेदन नहीं हुआ है, उन्हें प्रसुप्त ज्वालामुखी कहते हैं।
11. मानचित्र देखिए।